



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Facultad De Ciencias Químicas
Carrera De Ingeniería Ambiental**

**Determinación de la inversión térmica (IT) a través de imágenes satelitales y su relación con los
perfiles de gases obtenidos del satélite Sentinel-5P.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Erika Del Cisne Cueva Luzón

C.I: 1105377046

Correo electrónico: erika.cueva0308@gmail.com

Gina Maricela Faicán Cabrera

C.I: 0105680888

Correo electrónico: gifaican@gmail.com

DIRECTOR:

Julio Danilo Mejía Coronel

C.I: 0103638581

Cuenca-Ecuador
16-diciembre-2021

Resumen

La calidad del aire se ha convertido en una preocupación significativa para muchas ciudades alrededor del mundo, esto debido a que los efectos derivados de una deficiente calidad del aire pueden causar diversos problemas en las personas, animales, ecosistemas y recursos materiales; en el Ecuador el crecimiento acelerado de la población, trae consigo la presencia de una elevada densidad vehicular e industrial; ocasionando la presencia de varios contaminantes, entre los principales se encuentran el Ozono (O_3), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Formaldehído ($HCHO$), sumado a esto, diversos factores meteorológicos influyen en el comportamiento de la contaminación atmosférica, por ejemplo, las inversiones térmicas (IT's); que se definen como un fenómeno de aumento de la temperatura del aire con la altitud, siendo factor crítico que afecta la calidad del aire dado que su ocurrencia en zonas y niveles en donde hay liberación constante de contaminantes impide su dispersión llegando así a intensificar su concentración. Ecuador carece de instrumentos que permitan medir las variables necesarias para llevar a cabo estudios sobre este tema, por lo que las imágenes satelitales nos brindan información fiable y de fácil acceso para cumplir con este estudio, el objetivo principal de la investigación es determinar si existe una relación entre el fenómeno de inversión térmica y episodios de contaminación atmosférica a nivel de todo el Ecuador, durante el periodo comprendido entre diciembre del 2018 hasta enero del 2020, para lo cual se utilizaron datos diarios de perfiles de Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Ozono, Formaldehído, proporcionados por el satélite SENTINEL-5P y perfiles de temperatura obtenidos del reanálisis climático ERA 5, los cuales se validaron con los datos in situ obtenidos por las estaciones meteorológicas proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrologías (INAMHI), la inversión térmica se determinaron mediante el cálculo del gradiente de temperatura donde se determinaron las características principales de las IT como la frecuencia, profundidad y fuerza, finalmente correlacionamos los periodos de inversión térmica con episodios de contaminación, los resultados de la validación de datos confirmaron una correlación positiva fuerte entre los datos de temperatura in situ y los proporcionados por ERA5, se evidenciaron zonas en donde se presentaron hasta 320 días con ocurrencia de IT's a lo largo del periodo de estudio, a nivel regional, el Oriente presenta el mayor número de inversiones concentrando el 42% de ellas, el promedio general para la fuerza de las IT's a nivel nacional es de $0.98\text{ }^{\circ}\text{C}$, la profundidad de las inversiones de superficie presentó un rango intercuartílico de 200 m a 700 m y para las inversiones elevadas la profundidad fue de 1237.497m, respecto a la relación con los contaminantes, en nuestra investigación se encontraron relaciones fuertes de IT con $HCHO$ ($R^2= 0.763$) así mismo con SO_2 ($R^2= 0.680$), relaciones moderadas entre IT y O_3 ($R^2= 0.570$), de la misma manera con CO ($R^2= 0.577$), se encontró una débil relación entre IT y NO_2 ($R^2= 0.262$), también los resultados demuestran que existen variaciones significativas entre regiones en la concentración de contaminantes, periodos y niveles en los cuales se producen las IT's, finalmente es necesario mencionar que este estudio es fundamental para conocer el comportamiento de contaminantes en presencia de fenómenos meteorológicos y proporciona una base de datos para discusiones científicas sobre estrategias integradoras para prevenir la exposición de la población a estos contaminantes y mitigar su acumulación garantizando así la calidad de vida en Ecuador.

Palabras Claves: Perfil vertical de temperatura. Contaminantes atmosféricos. Imágenes satelitales. Inversión térmica. Temperatura.

Abstract

Air quality has become a significant concern for many cities around the world, this because the effects derived from poor air quality cause several problems in people, animals, ecosystems and material resources; in Ecuador, the population's accelerated growth brings with it the presence of a high vehicular and industrial density; bringing about presence of many pollutants, among the main ones are Ozone (O_3), Sulfur Dioxide (SO_2), Nitrogen Dioxide (NO_2), Carbon Monoxide (CO) and Formaldehyde (HCHO), added to this, various meteorological factors influence the behavior of air pollution, for example, thermal inversions (TI's); which are defined as a phenomenon of increase in air temperature with altitude, being a critical factor that affects air quality because it occurrence in areas and levels with a constant release of pollutants limiting their dispersion and intensifying their concentration. Ecuador lacks instruments that allow measuring the necessary variables to carry out studies on this topic, so satellite images provide us with reliable and easily accessible information to comply with our study, the main objective of our research is to determine if there is a relationship between the phenomenon of thermal inversion and episodes of atmospheric pollution in Ecuador, during the period from December 2018 to January 2020, for which we used daily profile data of Nitrogen Dioxide, Carbon Monoxide, Sulfur Dioxide, Ozone, Formaldehyde, provided by SENTINEL-5P and temperature and pressure profiles provided by ERA 5, which were validated with the in situ data obtained by INAMHI meteorological stations, the thermal inversion was determined by calculating the temperature gradient where the main characteristics of the IT's such as frequency, depth and strength were analyzed, finally the periods of thermal inversion with pollution episodes were correlated, the data validation results confirmed a strong positive correlation between the in situ data and those provided by ERA5, areas were evidenced where up to 320 days with occurrence of IT's throughout the study period were presented, at the regional level, Oriente region presents the largest number of TI concentrating 42% of them, the general average for the strength at the national level is $0.98\text{ }^{\circ}\text{C}$, the depth of the surface inversions presented a IQR of 200 m to 700 m and for the high inversions the depth was 1237.497m, regarding the relationship with pollutants, in our research strong TI relationships were found with HCHO ($R^2 = 0.763$) as well as with SO_2 ($R^2 = 0.680$), moderate relationships between TI and O_3 ($R^2 = 0.570$), in the same way with CO ($R^2 = 0.577$), a weak relationship between TI and NO_2 ($R^2 = 0.262$) was found, also our results show significant variations between regions in the concentration of pollutants, periods and levels in which IT's are produced, finally is necessary to mention that, this study is fundamental to know the behavior of pollutants in the presence of meteorological phenomena and provides a database for scientific discussions about integrative strategies to prevent the exposure of the population to these pollutants and mitigate their accumulation thus guaranteeing the quality of life in Ecuador.

Keywords: Vertical temperature profile. Air pollutants. Satellite imagery. Thermal inversion. Temperature.



ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	i
Abstract	ii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS.....	6
3.1 Objetivo General:	6
3.2 Objetivos Específicos:.....	6
4. MARCO TEÓRICO	7
4.1 Antecedentes y estudios previos.....	7
4.2 Base teórica	11
4.2.1 La atmósfera.....	11
4.2.2 Troposfera	12
4.2.3 Dinámica Atmosférica.....	12
4.2.4 Corrientes de Convección.....	13
4.2.5 Estabilidad Atmosférica	13
4.2.6 Inversión Térmica.....	14
4.3 Contaminación atmosférica.....	16
4.3.1 Contaminantes Atmosféricos.....	16
4.4 Métodos de análisis	19
4.4.1 Teledetección.....	20
4.4.2 Imágenes Satelitales	21
5. METODOLOGÍA	25
5.1 Generalidades	25
5.2 Área de estudio (Ecuador).....	25
5.3 Datos In Situ de las estaciones meteorológicas.....	27
5.4 Adquisición de imágenes satelitales.....	27
5.4.1 Imágenes de Reanálisis ERA 5.....	27
5.4.2 Imágenes de SENTINEL-5P	28
5.5 Procesamiento de imágenes satelitales.....	33
5.6 Validación de Datos de Temperatura	29
5.6.1 Coeficiente de Correlación de Pearson.....	30
5.6.2 Coeficiente de Correlación Intraclass	30
5.6.3 Método de análisis gráfico de Bland y Altman	31
5.7 Determinación De La Inversión Térmica	34
5.7.1 Extracción de niveles de presión	34
5.7.2 Extracción datos de temperatura de ERA 5.....	34
5.7.3 Identificación de periodos de inversión térmica.....	34



5.8	Extracción de valores de contaminantes.....	36
5.9	Construcción de la base de datos.....	36
5.10	Análisis estadístico para datos Sentinel-5p	37
5.10.1	Análisis de normalidad	37
5.10.2	Transformación de datos a normalidad	38
5.11	Correlación De Datos ERA 5 Y Sentinel-5p.....	38
6.	RESULTADOS:.....	41
6.1	Validación de datos de temperatura	41
6.1.1	Correlación de Pearson:.....	41
6.1.2	Coeficiente de Correlación Intraclass	42
6.1.3	Análisis gráfico de Bland - Altman	43
6.2	Inversiones Térmicas en Ecuador.....	44
6.2.1	Comportamientos de las Inversiones Térmicas	44
6.2.2	Frecuencia de Ocurrencia de Inversiones Térmicas por Regiones.....	46
6.2.3	Características de las Inversiones Térmicas	48
6.3	Comportamiento de Contaminantes en periodos de IT	52
6.4	Análisis de Datos de Contaminantes	56
6.4.1	Pruebas de normalidad de los datos.....	56
6.4.2	Transformación de datos mediante Box Cox	56
6.5	Correlación de Periodos de IT y concentración de Contaminantes.....	57
6.5.1	Análisis de relación entre contaminantes y periodos de inversión térmica	57
6.5.2	Incidencias de las características en la relación de IT y contaminantes	58
6.5.3	Periodos mensuales de IT y distribución de contaminantes.	59
7.	DISCUSIONES	62
7.1	Análisis de relación entre contaminantes y periodos de inversión térmica	62
7.2	Incidencia de las características regionales en la relación de IT contaminantes.....	63
7.3	Periodos mensuales de IT y distribución de contaminantes.	64
7.4	Relación entre concentraciones de gases.....	64
7.5	Inversiones Térmicas Elevadas	65
8.	CONCLUSIONES.....	67
9.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES	69
10.	REFERENCIAS	70
11.	APÉNDICES	80



Índice de Tablas

Tabla 1. Longitudes de onda del espectro electromagnético.....	20
Tabla 2. Características de los datos de ERA 5.....	23
Tabla 3. Información de las estaciones meteorológicas (INAMHI).....	27
Tabla 4. Información sobre las imágenes adquiridas	28
Tabla 5. Estaciones tomadas para validación de temperaturas.....	29
Tabla 6. Interpretación de valores para el Coeficiente de Pearson.....	30
Tabla 7. Interpretación de valores para el ICC.....	31
Tabla 8. Coeficiente de correlación, interpretación.....	39
Tabla 9. Resultado Coeficiente de Correlación de Pearson.....	41
Tabla 10. Alfa de Cronbach para validación de temperaturas.....	42
Tabla 11. Coeficiente de correlación intraclass para validación de datos.....	42
Tabla 12. Concentración de gases media mensual	53
Tabla 13. Prueba de normalidad de los datos.....	56
Tabla 14. Prueba de Normalidad de datos transformados.....	56
Tabla 15. Estadísticas descriptivas del conjunto de datos.....	57
Tabla 16. Relación entre IT y las concentraciones de contaminantes del aire	58
Tabla 17. Diferencias medias en IT y contaminantes del aire entre regiones	59
Tabla 18. Correlaciones de Pearson entre IT y contaminantes del aire entre regiones	59

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Comportamiento de la temperatura en la atmósfera.....	12
Ilustración 2. Gradiente térmico vertical normal y perturbado.	14
Ilustración 3. Zona de Estudio: Ecuador Continental.....	26
Ilustración 4. Proceso de toma de datos de TROPOMI.....	29
Ilustración 5. Representación del método gráfico de Bland y Altman.....	32
Ilustración 6. Método de interpolación Bilinear.....	33
Ilustración 7. Perfil de temperatura de ERA 5 con parámetros de inversión relevantes	35
Ilustración 8. Gráfico Coeficiente de Correlación de Pearson.	41
Ilustración 9. Línea de tendencia datos INAMHI y ERA 5	42
Ilustración 10. Resultados análisis gráfico de Bland y Altman para validación de temperaturas	43
Ilustración 11. Porcentaje de IT por regiones.....	44
Ilustración 12. Distribución de Inversiones Térmicas en el país.....	45
Ilustración 13. Variación del Gradiente Térmico Vertical en el país.	46



Ilustración 14. Inversiones térmicas mensuales por Regiones	47
Ilustración 15. Distribución horaria de Inversiones térmicas. a) Regiones Costa y Oriente. b) Region Sierra	47
Ilustración 16. Tipos de Inversiones en cada región (%)	48
Ilustración 17. Fuerza de las IT's o Diferencia de Temperaturas promedio por regiones.....	49
Ilustración 18. Profundidad de inversiones basadas en superficie. a) Región Costa, b) Región Sierra, c) Región Oriente	51
Ilustración 19. Profundidad de inversiones elevadas por región.....	52
Ilustración 20. Distribución de gases en el país durante los meses con mayor incidencia de IT's	55
Ilustración 21. Tendencias mensuales entre IT y contaminantes del aire (a) SO ₂ (b) CO (c) HCHO (d) NO ₂ (e) O ₃	61



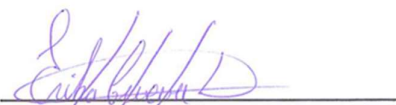
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el

Repositorio Institucional

Erika del Cisne Cueva Luzón en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Determinación de la Inversión Térmica (IT) a través de imágenes satelitales y su relación con los perfiles de gases obtenidos del Satélite Sentinel-5P”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de diciembre de 2021


Erika del Cisne Cueva Luzón

C.I: 1105377046



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el
Repositorio Institucional

Gina Maricela Faicán Cabrera en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Determinación de la Inversión Térmica (IT) a través de imágenes satelitales y su relación con los perfiles de gases obtenidos del Satélite Sentinel-5P”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de diciembre de 2021

Gina Maricela Faicán Cabrera

C.I: 0105680888



Cláusula de Propiedad Intelectual

Erika del Cisne Cueva Luzón, autora del trabajo de titulación **“Determinación de la Inversión Térmica (IT) a través de imágenes satelitales y su relación con los perfiles de gases obtenidos del Satélite Sentinel-5P”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de diciembre de 2021

Erika del Cisne Cueva Luzón

C.I: 1105377046



Cláusula de Propiedad Intelectual

Gina Maricela Faicán Cabrera, autora del trabajo de titulación **“Determinación de la Inversión Térmica (IT) a través de imágenes satelitales y su relación con los perfiles de gases obtenidos del Satélite Sentinel-5P”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de diciembre de 2021

Gina Maricela Faicán Cabrera

C.I: 0105680888



AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida, por habernos brindado salud, optimismo y las capacidades necesarias para desarrollar con éxito nuestra etapa universitaria y sobre todo por la fortaleza y bendiciones recibidas durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestra *alma mater*, la Universidad de Cuenca, al personal que labora en ella y a todos y cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, por habernos instruido con sus conocimientos y valores a lo largo de toda la carrera, los cuales han sido fundamentales en nuestro crecimiento académico y personal.

A nuestro tutor y amigo, el Biólogo Danilo Mejía, por guiarnos a través de sus conocimientos durante todo el proceso requerido para desarrollar este trabajo de titulación, por su paciencia, soporte moral incondicional y por toda la confianza brindada.

A nuestras familias, por el apoyo y preocupación demostrados durante el avance de nuestra carrera, por compartir las alegrías y angustias junto a nosotras.

Finalmente, a nuestros amigos y compañeros, por todas las experiencias compartidas durante estos años dentro y fuera de las aulas, por su apoyo, generosidad y empatía. ¡Gracias a todos!

Erika y Gina.

1. INTRODUCCIÓN

Hace 300.000 años la domesticación del fuego marcó un gran avance para el hombre al convertirse en una fuente fiable de luz y calor, además de un arma mortífera contra sus posibles depredadores (Harari, 2014), y un sin fin de usos que poco a poco se fueron revelando ante la curiosidad humana; este acontecimiento se instaura como la primera fuente de contaminación atmosférica significativa creada antropológicamente, debido a la liberación no controlada de elementos de distinta forma y composición al aire, y la cual sigue siendo un problema importante en la actualidad (Örün y Erkmen, 2020).

Posteriormente, con la revolución industrial a finales del siglo XVIII, el trabajo manual fue reemplazado por maquinaria y con ello se inició la quema a gran escala de combustibles fósiles, desarrollo que paulatinamente fue extendiéndose hasta convertirse en un fenómeno global en el siglo XX y debido al cuál surgieron ciudades sobrepobladas por factores principalmente socioeconómicos (Aránguez et al., 1999); y que a la par acarrió un aumento significativo en la emisión de contaminantes, principalmente de tipo atmosférico, provocando cambios drásticos en el sistema terrestre, cuyas consecuencias sobre el medio ambiente y la salud muchas veces fueron evidenciadas rápidamente, como por ejemplo, en 1959 el “asma epidémica en la ciudad de Yokkaichi”, a causa de la emanación el dióxido de azufre por las chimeneas de 13 empresas de un gran complejo petroquímico (Moran et al., 2021).

Naturalmente, el ambiente tiene la capacidad de asimilación de contaminantes, la cual reconoce la existencia de cierto nivel de emisiones al medio sin efectos apreciables en la salud humana y ambiental, una vez sobrepasada, los contaminantes tienden a acumularse en el sumidero lo que acarrea consigo efectos nocivos para la población, ecosistemas y el medio ambiente en general (Spiegel y Maystre, 1998). Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, la contaminación atmosférica se define como: “La presencia de una o más condiciones físicas o sustancias químicas en concentraciones suficientemente elevadas en el aire que pueden hacer daño a los seres humanos, otros animales, a la vegetación o a los materiales” (US EPA, 2021).

Según García, la exposición a la contaminación del aire constituye un problema de salud pública de primer orden, en 2015 la contaminación atmosférica fue una de las principales causas mundiales de morbilidad, los principales agentes contaminantes que representan un riesgo para la salud son las partículas en suspensión en el aire (PM) y los contaminantes gaseosos como el ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). (García Pastor A, et al. 2021)

Sumado a esto, diversos factores meteorológicos influyen en la concentración de contaminantes, ya sea dispersándolos o acumulándolos, un ejemplo de este último es la inversión térmica, el cuál es un proceso natural que se origina en las regiones media y baja de la troposfera, produce una perturbación en el

gradiente térmico vertical, es decir, al contrario de su tendencia normal en la cual la temperatura aumenta proporcionalmente con la altitud, su presencia limita la mezcla vertical del aire atrapando a los contaminantes debajo de la capa de inversión, aumentando su concentración y haciendo a la población más susceptible a la inmisión de este aire contaminado (Morales, 2020).

La inversión térmica en sí no presenta un riesgo para la población, su presencia se torna de cuidado cuando esta surge en entornos en los cuales la presencia y emisión de contaminantes atmosféricos es recurrente, la estabilidad atmosférica impide que estos contaminantes asciendan y se dispersen en altitudes mayores (Gaite Fox, 2021). En grandes ciudades este proceso puede ser evidenciado como una capa de Smog acentuada sobre ellas, lugares en los cuales los impactos nocivos son percibidos en mayor grado, principalmente como efectos negativos en la salud respiratoria de los habitantes (Leiva et al., 2011).

Existen diversos estudios internacionales en los cuales ya se ha comprobado la relación existente entre la presencia de la inversión térmica y los picos de la concentración de contaminantes, sin embargo, en Ecuador no existe ningún estudio de este tema, esto puede deberse a muchos factores, entre los cuáles se destaca las metodologías utilizadas para estos análisis, debido a que las metodologías tradicionales, por llamarlas así, implican grandes esfuerzos e inversión, ya sea de tiempo, recurso humano, recursos económicos, y sobre todo dependerá de la disponibilidad de equipos.

Con el desarrollo tecnológico y las plataformas digitales, actualmente estos estudios pueden ser realizados mediante imágenes satelitales, estas brindan un conjunto de datos espacio – temporales los cuáles son recolectados desde una plataforma de detección remota, algunas de ellas conllevan un costo, sin embargo, otras son de libre acceso, estas imágenes pueden ser procesadas de una manera fácil y de ellas pueden obtenerse datos diarios de gases, partículas que contaminan el aire.

Tal es el caso de las imágenes obtenidas del satélite Sentinel-5P, este a través del Instrumento de Monitorización Atmosférica (TROPOMI) proporciona imágenes de varios gases traza atmosféricos, entre ellos, Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O_3) y Formaldehído (HCHO) (Agencia Espacial Europea [ESA], 2021).

De igual manera mediante el análisis de imágenes satelitales se puede obtener información de variables meteorológicas, un ejemplo de estos es el reanálisis ERA 5, el cual proporciona estimaciones y datos mensuales y horarias de un gran número de variables atmosféricas, olas del océano y superficie terrestre (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio [ECMWF], 2021).



En este trabajo se ha determinado la inversión térmica en Ecuador mediante datos proporcionados por el INAMHI y mediante los datos del reanálisis ERA 5, para el período comprendido desde el 05 de diciembre de 2018 hasta el 01 de enero de 2020, de igual manera se ha realizado en análisis y procesamiento de las imágenes satelitales proporcionadas por Sentinel-5P, durante el mismo período de tiempo para los contaminantes Dióxido de Azufre Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, Ozono y Formaldehído . Finalmente se correlacionaron los datos de las imágenes de ambos satélites para determinar la relación existente entre la inversión térmica y picos de contaminación atmosférica, y las horas y zonas más susceptibles a sufrir episodios críticos de contaminación.

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación atmosférica constituye uno de los más severos problemas ambientales a nivel mundial; el crecimiento económico de cada ciudad y la urbanización asociada al desarrollo de diversas actividades inciden en la existencia de gran cantidad de contaminantes, que al estar relacionados con las condiciones ambientales pueden generar efectos adversos a la salud, ecosistemas y recursos materiales, un problema de gran importancia en el Ecuador es el crecimiento acelerado de la población, lo que trae consigo la presencia de una elevada densidad vehicular e industrial; ocasionando la presencia de varios contaminantes, entre los principales se encuentran el Ozono (O_3), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Monóxido de Carbono (CO), y Formaldehído ($HCHO$), que ocasionan efectos en la salud de las personas así como alteraciones a la fauna y flora por su tiempo de residencia en la atmósfera (Palacios Espinoza, 2018).

Sumado a esto, existen diversos factores meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica, un ejemplo de estos son las inversiones térmicas (IT's), en sí no representan un riesgo para la salud humana, sin embargo en presencia de contaminantes atmosféricos la IT puede influir intensificando su acumulación y concentración, debido a que limita la mezcla vertical del aire y los contaminantes se quedan atrapados debajo de la capa de inversión lo cual evita su dispersión, estas aparecen como una capa de smog volviéndose peligrosa principalmente en zonas urbanas donde existe mayor contaminación, se convierte en un problema mayor cuando existe la presencia de masas de aire de alta presión que propician una inversión de manera prolongada a lo largo de varios días, donde los contaminantes presentes en el aire llegan a concentrarse hasta alcanzar máximos nocivos para los seres vivos.

En el Ecuador se han propuesto estrategias para afrontar la contaminación del aire, siendo el monitoreo de calidad del aire en diferentes ciudades una de ellas, convirtiéndose en una tarea de gran importancia para este fin, sin embargo las estaciones de monitoreo solo acceden a la información local, con datos muy limitados para realizar un análisis espacial de la contaminación en todo el país, además la disponibilidad de datos se ve obstaculizada por la escasa o deficiente red de estaciones de monitoreo en tierra, a su vez estas resultan costosas y complejas ya que su monitoreo se localiza en ciertos puntos, limitando su alcance y dificultando una cuantificación precisa, además en el Ecuador el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) es la única institución que se encarga de brindar información acerca del tiempo, clima y la hidrología ya que cuenta con estaciones meteorológicas e hidrológicas, pero no dispone de equipos como radiosondeos que permitan determinar episodios de inversiones térmicas por lo que no existe información respecto a este fenómeno.

Por estas razones el análisis de los contaminantes, así como la medición de variables meteorológicas, puede realizarse aplicando nuevas tecnologías utilizadas de forma creciente en la actualidad, como los sistemas de teledetección, estos permiten adquirir información de un objeto o fenómeno sin estar en contacto con él, por medio de sensores remotos, detectando las radiaciones electromagnéticas que son emitidas por los cuerpos a largas distancias a través de satélites (Romero, 2016). Las imágenes satelitales son una opción accesible en la actualidad debido a que brindan un conjunto de datos espacio - temporales recopilados desde una plataforma de detección remota, la mayoría de ellas tienen costo dependiendo de la resolución espacial, espectral, el tamaño del área, el nivel de preprocesamiento y su porcentaje de nubes, sin embargo existen imágenes de libre acceso que brindan información de calidad para ser procesados de una manera fácil, mediante estas puede capturar datos diarios de gases, partículas que contaminan el aire y datos de variables meteorológicas.

Hasta la fecha en el país no se han realizado estudios respecto a este fenómeno (IT's), debido al crecimiento acelerado de la población y al avance del grado de industrialización se producen incremento de contaminantes y condiciones desfavorables para las personas por lo que el presente trabajo de investigación surge como una respuesta a la necesidad de datos nacionales que permitan conocer la existencia de periodos de inversión térmica y su relación con los perfiles de los contaminantes atmosféricos para así obtener una visión general acerca de la calidad del aire en el país determinando el vínculo entre este fenómeno meteorológico y la ocurrencia de un período de contaminación, además se generará una base de datos en la que se reflejarán los valores correspondientes a temperaturas, presiones, concentraciones de gases y periodos de inversión térmica, lo cual permitirá tomar las mejores decisiones para asegurar la calidad de vida de la población del Ecuador.

3. OBJETIVOS

3.1 *Objetivo General:*

- Determinar la relación existente entre episodios de inversión térmica y la concentración de gases obtenidos del satélite Sentinel-5P.

3.2 *Objetivos Específicos:*

- Obtener valores de temperatura mediante el conjunto de datos del reanálisis ERA 5 y validar estos datos con las estaciones meteorológicas del INAMHI.
- Determinar episodios de inversión térmica mediante un análisis de la variación de datos de temperatura y presión a lo largo del período de estudio.
- Extraer perfiles de gases (SO_2 , NO_2 , CO , O_3 y HCHO) mediante imágenes satelitales obtenidas del satélite Sentinel-5P.
- Relacionar los periodos de IT con las concentraciones de los gases obtenidos del satélite Sentinel-5P.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 *Antecedentes y estudios previos*

La exposición al aire contaminado constituye un problema de salud pública, el cuál en 2015 provocó a nivel mundial 6.5 millones de muertes, convirtiéndose en una de las principales causas de morbilidad (OPS/OMS, 2016). Ecuador supera en un 30% el nivel de calidad de aire seguro establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que ocasiona que al año 1.771 personas mueran a causa de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica, principalmente cáncer de pulmón, ictus (Avellaneda-Gómez et al., 2020), enfermedades cardíacas (Domínguez-Rodríguez et al., 2013) y EPOC (MSP, 2016) (Santurtún et al., 2017). Diversos estudios han comprobado ya la relación existente entre la contaminación atmosférica y los índices de estas enfermedades alrededor del mundo, por ejemplo en 2020 Ortega et al., publican un estudio del cuál concluyen que la contaminación atmosférica aumenta los ingresos hospitalarios por patologías respiratorias en Murcia, España (Ortega-García et al., 2020)

El conocimiento de la calidad del aire es un pilar fundamental para la toma de decisiones y la implementación de contingencias ambientales, con el fin de mitigar y controlar los daños potenciales en la salud, por ello es de suma importancia conocer todos los medios por los cuáles se puede generar y/o acentuar la contaminación, debido a que esta trae consigo afecciones sociales, económicas, de salud, etc. (García Guadalupe et al., 2012)

Dora (2017), Coordinador de la OMS en el Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud, señala que “La excesiva contaminación atmosférica es a menudo una consecuencia de políticas que no son sostenibles en sectores como el del transporte, la energía, la gestión de desechos y la industria pesada.” También señaló que además de los beneficios climáticos, el emplear tácticas que den prioridad a la salud reduciría los gastos de la atención sanitaria.

A partir de esto, la OMS creó una plataforma global sobre la calidad del aire y salud, la cual genera información sobre las enfermedades asociadas a la contaminación aérea, además se publicó la información sobre el monitoreo de la calidad del aire en 1600 urbes de todo el mundo. En Ecuador, en Santo Domingo de los Tsáchilas se encontraron los niveles más altos de contaminación, principalmente por PM 2,5 ($33\mu\text{g}/\text{m}^3$), según la OMS, esto se debe a que se trata de un sitio de tránsito entre la Costa y Sierra (OMS, 2016).

El informe de la OMS publicado en mayo de 2016, muestra que más de un cuarto de las ciudades de América Latina y el Caribe duplican o están al borde de los límites establecidos como perjudiciales de la calidad del aire.

La contaminación atmosférica aumenta a la par del desarrollo industrial y crecimiento del parque automotor, si bien Ecuador no es un país ejemplo de industrialización, su parque automotor se encuentra constantemente en aumento, según la Secretaría de Movilidad, únicamente en Quito entre 2008 y 2018 el parque automotor registró un crecimiento promedio de 7.5% anual, es decir, 35.000 vehículos más cada año (Secretaría de Movilidad, 2019). Para el año 2019 se matricularon más de 2,3 millones de vehículos en el país, alcanzando un crecimiento en más de 1,4 millones en una década, ubicando a Ecuador como el cuarto país con mayor número de vehículos matriculados por cada mil habitantes en la región (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2020).

Esto supone un riesgo para la calidad del aire del país, además los combustibles que se expenden a nivel nacional se encuentran muy por debajo de los requerimientos de la normativa internacional Euro 5, normativa que regula la emisión de gases al ambiente; el Diesel por ejemplo, contiene en promedio 105 ppm de azufre, a excepción de El Coca en donde se expende diésel con más de 5.000 ppm; la norma Euro 5 recomienda 10 ppm, sin embargo, en el país la norma NTE INEN 1489 establece un límite de hasta 500 ppm para el Diésel premium y de 650 ppm para la gasolina de 87 y 92 octanos (Extra y Súper respectivamente) lo que la convierte en una normativa técnica ampliamente permisiva (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2016) (Ortiz, 2014).

Esta problemática ambiental se ve acentuada en las ciudades más pobladas, aunque aún no existen medidas que prevengan la inmisión cuando los niveles de contaminación atmosférica son elevados, existen varios programas de monitoreo constante de la calidad del aire, por ejemplo, en Quito y Cuenca.

La capital cuenta con la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito REMMAQ, la cual tiene como finalidad producir datos confiables sobre la concentración de contaminantes atmosféricos en el Distrito Metropolitano de Quito, datos que sirven como insumo para la planificación, formulación, ejecución y evaluación de políticas y acciones orientadas al mejoramiento de la calidad del aire; esta información es difundida para el público en general. (Secretaría de Ambiente, 2021)

En la ciudad de Cuenca, esta labor se encuentra a cargo de la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca, EMOV EP, la cual monitorea permanente del aire del cantón, siguiendo guías y normativas nacionales e internacionales, la Red de Monitoreo, constituye una herramienta que permite tomar decisiones respecto a posibles soluciones ambientales, además marca

parámetros claros para mantener los niveles de contaminación de Cuenca dentro de los índices contemplados en la Normativa Ecuatoriana de la Calidad de Aire.

Conjuntamente con la Universidad del Azuay, ejecutan el proyecto “Índice de la calidad de Aire de la ciudad de Cuenca”, el cuál entrega anualmente a la ciudadanía un informe de calidad del aire en la ciudad, como actividad de difusión pública y rendición de cuentas de las actividades de la Red de Monitoreo, además las mediciones se publican en su página en tiempo real para que la ciudadanía tome las debidas precauciones.

Numerosos estudios han demostrado la influencia de la meteorología en la acumulación, transporte y dispersión de contaminantes. De igual manera, el medio físico natural y el desarrollo urbano influyen en la calidad del aire de las urbes al sobresalir concentraciones altas de contaminantes. Algunos estudios reportan que el origen primario de la contaminación del aire en las metrópolis corresponde a fuentes móviles, siendo la más importante en la mitad de ellas (García et al., 2014). Los contaminantes del aire provocan pérdidas económicas considerables y aumentan la carga económica para la sociedad. En 2016, los costos de salud de los residentes de 74 ciudades de China debido a la contaminación del aire fueron de aproximadamente 88 mil millones de yuanes, lo que representa el 2% del PIB de las ciudades. (Xu et al., 2021)

Uno de los fenómenos que contribuye a retener los contaminantes atmosféricos a nivel superficial es la inversión térmica, en Perú por ejemplo, más específicamente en el Valle de Cajamarca, Carpio (2016) demostró que en el período analizado (18 de junio al 11 de julio de 2012), en noches de escasa nubosidad y cielos despejados, la temperatura mínima aumentó entre la parte más baja del valle hacia la zona de laderas, es decir hubo presencia de inversión térmica favoreciendo el incremento de la concentración de los contaminantes atmosféricos. (Carpio, 2016)

En el estudio realizado por Quispe (2017), analiza la situación de las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana, se relaciona la inversión térmica con las condiciones meteorológicas y geográficas de la provincia y la acción de los vientos predominantes como agravantes de la concentración y encajonamiento de contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el dióxido y monóxido de carbono (CO_2 y CO), entre otros (Aguilar & Brigitt, 2017).

En 2014, García et. al., analizaron el comportamiento de los vientos y su relación con la acumulación de contaminantes aéreos en el área urbana de Guadalajara, durante en un periodo comprendido entre 2001 y 2010, se reportó que, en condiciones de calma de viento, toda convección posible tiende a amortiguarse, originando así inversiones térmicas, mismas que durante el invierno pueden perdurar durante la mayor parte del día, quedando los contaminantes atrapados en la capa de inversión. En este

estudio se analizó el comportamiento de PM 10, ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre. Se determinaron correlaciones significativas inversiones térmicas y contaminantes, siendo la más predominante con PM 10 seguido del NO₂, SO₂, CO y O₃. (García et al., 2014)

Los autores, incluso en estudios anteriores, señalan a la inversión térmica como un importante fenómeno, que conlleva a que la atmósfera resulte bastante vulnerable a la concentración de contaminantes atmosféricos producidos por la industria localizada en la ciudad, el mal estado del parque automotor, y la acumulación de basura no recogida o quemada en su periferia. La IT causa que durante los meses de mayo a noviembre el aire de la urbe apenas se renueve. Los contaminantes son atrapados por la capa de inversión volviendo críticos a muchos sectores, como el centro de la zona. Esto impacta sobre todo a los estudiantes que se acercan al centro en horas de congestión vehicular, estimándose un total de un millón y medio de personas entre usuarios, vecinos y transeúntes que a diario circulan por este espacio.(García Guadalupe et al., 2012)

En Londres, Inglaterra en el año de 1952 y en el Valle del Ruhr en Alemania en 1962, las condiciones de inversión térmica de larga duración retuvieron dióxido de azufre y partículas de hollín, causando la muerte de miles de personas (Inche, 2004). Actualmente en Tokio, Santiago de Chile, Ciudad de México y otras ciudades se toman medidas para reducir el uso de calefacción y vehículos en condiciones de IT's (Pérez y Rodas, 2017).

En Ecuador son muy pocos los estudios realizados respecto a la inversión térmica, en su mayoría esta únicamente se menciona como causa de los fenómenos estudiados, por ejemplo Flores y Bonilla (2010), en su estudio de caracterización de la lluvia ácida en la ciudad de Quito, consideran a las IT's en conjunto con la topografía de la ciudad, el régimen de vientos y la insolación propiciadora de contaminación fotoquímica como aspectos que contribuyen a bloquear el aire a nivel del suelo, sin embargo no se realiza el estudio en sí de las características de las IT's y su relación con la concentración de los contaminantes.

Para el análisis de IT's, en 1990, Jonathan Khal, publica su estudio titulado “Características de la temperatura bajo el nivel de Inversión a lo largo de la Costa Ártica de Alaska”, en donde se examina un registro de 10 años de datos meteorológicos de superficie y altitud. El artículo describe las características climatológicas de IT's de bajo nivel en dos ubicaciones a lo largo de la Costa Ártica de Alaska, Barrow 12 m.s.n.m. y la isla Barter 15 m.s.n.m. La meteorología en las dos estaciones es notablemente similar. Los datos de sondeo de las dos estaciones se obtuvieron del Centro Nacional de Datos Climáticos, Asheville, consisten en sondeos dos veces al día a las 00:00 y 12:00 GTM, para el periodo 1976-1985, de los 15.000 sondeos únicamente del 6.5% fueron datos faltantes, estos datos se complementaron con observaciones de superficie cada tres horas para los dos puntos.

Kahl desarrolló un algoritmo de detección de inversión para identificar sus características. Comenzando en la superficie, el perfil se escanea hacia arriba para localizar la primera capa en la que la temperatura aumenta con la altitud, la parte inferior de esta se identifica como la base de inversión mientras que la capa subsiguiente en la cual la temperatura disminuye con la altitud se define como la parte superior de la inversión. Alrededor de un 99.2% de los sondeos analizados presentaron por lo menos una inversión. Se determinaron tres características fundamentales de inversión para cada sondeo: altura de la base, profundidad y diferencia de temperatura, características que son utilizadas en el algoritmo para determinar el valor del gradiente. La metodología aplicada por Kahl para la determinación de inversiones térmicas fue tomada como referencia para este estudio.

Sin embargo al no poseer datos de sondeos se recurrió a la utilización de imágenes satelitales, la cuál es una técnica que ha venido tomando fuerza en los últimos años debido a su accesibilidad y a que posee una mayor cobertura espacial y temporal; para este trabajo se utilizan 2 importantes satélites internacionales para, por un lado realizar el análisis y determinación de inversiones térmicas con los datos de temperatura a distintos niveles de presión proporcionados por ERA 5, y mediante Sentinel-5P el análisis de los gases atmosféricos; Ozono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y Formaldehído; para luego determinar la correlación existente entre ambos sucesos.

4.2 Base teórica

4.2.1 La atmósfera

La atmósfera es una envoltura gaseosa que cubre la tierra protegiendo la vida existente en ella de la radiación solar ultravioleta y actuando como escudo anti-meteoritos, su composición es 78% Nitrógeno, 21% Oxígeno y 1% otros elementos, su espesor es de aproximadamente 10000 km y está compuesta en gran parte por gases y partículas líquidas y sólidas en suspensión (American Meteorology Society [AMS], 2012). Hasta los 100 km de altitud la atmósfera no presenta variaciones notables en su composición (Homósfera), esto debido a procesos de mezcla a gran escala, los cuáles permiten el intercambio de los gases e impiden que estos se depositen de acuerdo con su peso.

La atmósfera terrestre se divide en varias capas horizontales bastante marcadas en función de la distribución de distintas variables como presión, densidad, composición química y temperatura (Nols Suárez, 2014). Estas capas, a partir de la superficie, son: Troposfera, Estratósfera, Mesosfera, Termósfera y Exósfera, las cuales están separadas entre sí por estrechas zonas de transición.

4.2.2 Troposfera

Es la capa inferior de la atmósfera terrestre, está en contacto con la superficie y se eleva hasta una altura promedio de 15 km, variando en los polos con 9 km y 18 km en el Ecuador, con un promedio de 15 km, es una región importante debido a que el 80% de la masa de la atmósfera se encuentra contenida en ella (Morales, 2020). Concentra la mayor parte del oxígeno y vapor de agua y actúa como regulador térmico del planeta haciendo posible la vida en él.

En esta región se localizan y forman todos los fenómenos meteorológicos, principalmente en los primeros 1000 m, así también como los mecanismos de acumulación de contaminantes, los 500 m iniciales desde la superficie se denominan “capa sucia”, debido a que aquí se agrupa el polvo en suspensión proveniente de desiertos, volcanes y la contaminación en general.

Respecto a la presión de los gases en la troposfera, esta va disminuyendo a medida que la altura aumenta, es decir el aumento de la presión es proporcional a la densidad del fluido y el espesor de la capa y en cuanto a su temperatura, la troposfera no se calienta directamente por radiación solar, es diatérmica, se calienta de manera indirecta mediante la emisión de radiación infrarroja por parte del suelo y la superficie de mares y océanos, la temperatura está sujeta al gradiente adiabático vertical, es decir, disminuye a medida que la altitud aumenta; en condiciones normales desciende a un ritmo medio de 6,5 °C/Km (Camacho González, 2017)

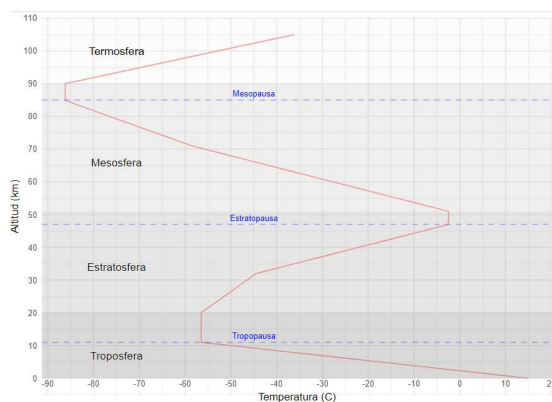


Ilustración 1. Comportamiento de la temperatura en la atmósfera
Fuente: Sendiña, 2006

4.2.3 Dinámica Atmosférica

La descripción de la dinámica atmosférica es importante para predecir la evolución de gases contaminantes en ella, desde el punto de vista físico a más de ser una mezcla de gases, la atmósfera está compuesta por agua en sus distintos estados. Las características más importantes de la mezcla de gases

atmosféricos y agua son la presión, temperatura y densidad, estos parámetros varían con la altitud, latitud, longitud y temporada y se relacionan entre sí mediante la ecuación de Estado. (Falcón, 2010).

El aire más cálido y menos denso se ubica en la parte inferior de la troposfera, mientras que el aire frío y más denso en las partes superiores, el primero tiende a ascender y el segundo a descender por efecto de la diferencia de densidades, produciendo con ello un efecto de mezclado vertical, sin embargo, existen perturbaciones del gradiente térmico vertical debido a diversos factores que pueden dar lugar a cambios abruptos de temperatura y que generarán que esta incremente con la altura, este fenómeno se denomina Inversión Térmica (Lozano, 2020).

Cuando el GTV se mantiene en su tendencia normal, los contaminantes se dispersan efectivamente ya que ascienden con el aire hasta llegar a la estratósfera, cuando el gradiente se encuentra perturbado, no existen corrientes ascendentes de aire y por lo tanto será difícil una dispersión eficiente de contaminantes, los cuales quedarán retenidos (Rendón, Jiménez y Palacio, 2008).

4.2.4 Corrientes de Convección

Convección es todo proceso de transferencia de calor entre dos zonas a desigual temperatura como efecto de la inestabilidad parcial del ambiente o una distribución no uniforme de temperaturas en un fluido que se encuentra sumergido en un campo gravitatorio, a la par, estas temperaturas ocasionan una variación en la densidad, produciendo la circulación de la materia (Morales, 2020).

Es uno de los procesos físicos más importantes, el cual junto al movimiento de rotación de la tierra, instituyen el inicio de una complicada y amplia cadena de acontecimientos que se producen y desarrollan en la capa límite atmosférica, desde la formación de una nube hasta un tornado (Morales, 2020; Quintana Rodríguez et al., 2011).

4.2.5 Estabilidad Atmosférica

Para una masa de aire específica, la estabilidad atmosférica se determina de acuerdo a la diferencia de temperatura entre dicha masa de aire y el aire que rodea a la misma, esta diferencia puede generar el movimiento vertical de la masa de aire causando su ascenso o descenso (Velasquez Salamanca, 2016). La estabilidad atmosférica propicia el estacionamiento de aire en la troposfera, así también como la humedad, el material particulado en suspensión y contaminantes (Velasquez Salamanca, 2016). En una atmósfera estable el aire se encuentra en reposo, la turbulencia y las corrientes de convección se reducen al mínimo. Para establecer si una atmósfera es estable o no, se debe comparar el gradiente adiabático

con el real. Las condiciones de máxima estabilidad se dan en situaciones de inversión térmica. (Ochoa y Cantor, 2011)

4.2.6 Inversión Térmica

La inversión térmica (IT) es un fenómeno natural, se produce en las regiones media y baja de la troposfera y se caracteriza por la perturbación o cambio que produce en el GTV, en el cual el valor de la temperatura muestra un aumento proporcional a la altitud, contrario a su tendencia normal. Dicho de otra manera, este proceso genera que una capa de aire frío cercana a la superficie no pueda ascender impidiendo la circulación vertical del flujo de aire (Morales, 2020). Este aumento térmico puede producirse desde la superficie o a partir de cierta altura (García Guadalupe et al., 2012).

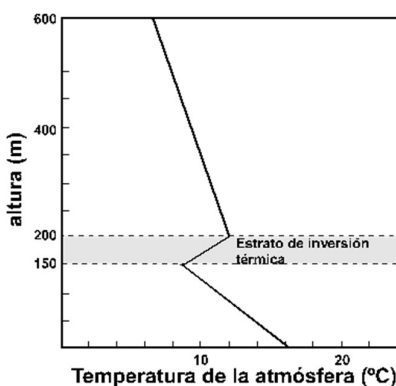


Ilustración 2. Gradiente térmico vertical normal y perturbado.
Fuente: Velásquez, 2016

4.2.6.1 Tipos de Inversiones Térmicas

Se pueden distinguir 4 tipos de Inversiones Térmicas, dependiendo de las situaciones meteorológicas en las cuáles se desarrollan, estas son: IT por subsidencia, IT frontal, IT marina, IT por radiación o nocturna (García Guadalupe et al., 2012).

a) Inversión térmica por subsidencia

Está relacionada con los anticiclones o sistemas de alta presión, ocurre cuando una masa de aire seco desciende hasta un nivel en donde se encuentra con una masa de aire húmedo y a menor temperatura, entre estas dos masas se denota un límite en donde el cambio de la temperatura es abrupto, lo que genera que la masa de la zona inferior quede sitiada y se obstruya el flujo ascendente (Lozano, 2020).

b) Inversión térmica frontal

Se forma cuando una masa de aire frío contiguo a la superficie se acerca a una masa de aire caliente y la desplaza hacia altitudes mayores (Lozano, 2020).

c) Inversión Térmica marina

Como su nombre lo indica, se produce junto a las costas continentales y grandes lagos, se da cuando los vientos de temperaturas bajas que transitan la superficie del agua ingresan a zonas terrestres de forma abrupta situándose por debajo de una masa de aire a mayor temperatura (Lozano, 2020).

d) Inversión térmica por Radiación

Se produce generalmente en las noches con ausencia de nubes, el suelo, por enfriamiento radiativo, disminuye su temperatura a una velocidad mayor que las masas de aire en la troposfera, lo que ocasiona que el aire cercano a la superficie se enfríe más rápido que el que está en las capas superiores, la capa de aire cálido impide cualquier movimiento vertical en este nivel (Lozano, 2020).

4.2.6.2 Riesgos asociados a la Inversión Térmica

En sí, la IT no figura como un peligro para los humanos, animales o ecosistemas, sin embargo, cuando este proceso se da en entornos con presencia y emisión recurrente de contaminantes aéreos, la estabilidad atmosférica entre las masas de aire frena el ascenso de los contaminantes y se dispersen en altitudes mayores, por el contrario, dependiendo de la duración de la IT, puede causar picos de concentración de contaminante (Sánchez, 2015).

Las IT's pueden retener contaminantes en regiones próximas a la superficie, esto deriva en niveles elevados de contaminación, que afectan por medio de diversas vías de exposición la salud de las personas que habitan los lugares en donde se desenvuelve dicho proceso de acumulación (García-Guadalupe et al., 2012). En las grandes ciudades, este proceso puede ser observado mediante la formación de una capa de smog que muy a menudo se acentúa sobre ellas, en donde los habitantes perciben en mayor grado el impacto nocivo de estos contaminantes mediante afecciones a su salud respiratoria (García-Guadalupe et al., 2012).

A corto plazo se han demostrado efectos respiratorios, mortalidad por causas cardiopulmonares, aumento de ingresos hospitalarios por síntomas respiratorios e incremento en el uso de medicación es

asmáticos. A largo plazo se ha logrado asociar la contaminación atmosférica con el incremento de urgencias por crisis aguda por asma bronquial, muertes prematuras y otras enfermedades respiratorias (Ubilla & Yohannessen, 2017).

Este proceso es importante también en la aeronáutica, debido a que puede generar una cizalladura horizontal, la cual es peligrosa en las etapas de despegue y descenso de una aeronave al inducir la entrada en pérdida (Montón Chiva, 2012).

4.2.6.3 Caracterización de la Inversión Térmica

La IT se caracteriza básicamente a través de distintos parámetros, los cuales permiten estimar las condiciones ideales para el retorno del flujo convectivo de masas de aire, estos son:

1. **Espesor:** Definido como la diferencia de metros existentes entre el pico más alto de la inversión y su punto de inicio.
2. **Intensidad:** Es la diferencia de temperatura existente entre el pico más alto de la inversión y su punto de inicio.
3. **Temperatura de ruptura:** Valor requerido de temperatura, entre el pico y punto de inicio de la IT para hacer posible un retorno de la circulación normal del flujo de masas de aire. (Peña et al., 2020)

4.3 Contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias perjudiciales en el aire en concentraciones que son capaces de provocar un daño en la salud de humanos, animales o ecosistemas. Los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse de diversas formas, por ejemplo, de acuerdo a su origen, en *Primarios* y *Secundarios*, los primeros, son gases emitidos directamente a la atmósfera, y los últimos son los que se forman a partir de reacciones químicas de gases precursores en la atmósfera, sus precursores son generalmente los primarios (Ubilla & Yohannessen, 2017). Entre los contaminantes más estudiados y que presentan mayor riesgo para la salud y ecosistemas se encuentran: el Ozono, Dióxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y Formaldehído.

4.3.1 Contaminantes Atmosféricos

4.3.1.1 Dióxido de Azufre

Es un gas incoloro, no inflamable y de características irritantes y levemente tóxicas. Su vida media es de 2 a 4 días en la atmósfera; generalmente se produce por la ignición de combustibles que aportan compuestos azufrados a la reacción o en procesos industriales como la desulfuración, la síntesis química

de ciertos compuestos, procesos metalúrgicos, etc. De manera natural puede ser liberados en procesos volcánicos y de descomposición. Se estima que, en áreas industrializadas, hasta el 90% de las emisiones totales de este contaminante se deben a actividades antropogénicas (Oyarzún G, 2010).

Una vez liberado a la atmósfera, el 50% tiende a depositarse luego de su vida media y el restante reacciona formando distintos compuestos químicos. El SO_2 causa un impacto negativo significativo en la salud y contribuye a la formación de lluvia ácida (Xu et al., 2021). Es un precursor de aerosoles y tiene un efecto de enfriamiento sobre el clima. La exposición a este contaminante puede causar problemas respiratorios ante exposiciones cortas a altas concentraciones, desde $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para niños y población sensible. Ambientalmente al combinarse con el agua presente en la atmósfera puede generar una deposición ácida, esta puede afectar seriamente tanto a la cobertura vegetal como a los suelos e incluso degradar materiales de construcción (Ubilla & Yohannessen, 2017).

Es considerado un contaminante criterio, en función del efecto demostrado que ejerce sobre la salud; sin embargo, según el IPCC no funge como un GEI por su falta de injerencia sobre el clima terrestre, debido a su corta vida atmosférica. (Salazar, 2018). La Normativa de Calidad del Aire Ambiente a Nivel de Inmisión, reformada por el Acuerdo Ministerial 050 del 4 de abril de 2011 delimita que “*El promedio aritmético de la concentración de SO_2 de todas las muestras en un año no deberá exceder de sesenta microgramos por metro cúbico ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$)*”. (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente [TULSMA], 2018)

4.3.1.2 Dióxido de Nitrógeno

Es un compuesto binario formado por la combinación de una molécula de nitrógeno y dos de oxígeno, su generación es debida en mayor parte a procesos de combustión, especialmente a altas temperaturas y por la presencia de nitrógeno abundante en el comburente. Puede generarse también como consecuencia de otros procesos de la industria metalúrgica o celulósica por las reacciones de ácido nítrico, en la galvanización o soldadura (Regueira et al., 2009).

En presencia de luz solar, reacciona con hidrocarburos dando lugar al ozono, un contaminante fotoquímico, además tiene una vida media de 24 horas antes de formar ácido nítrico. El dióxido de nitrógeno es tóxico y contaminante en la atmósfera, es precursor de las partículas de nitrato, ozono troposférico y ácido nítrico. Afecta principalmente al sistema respiratorio, por lo cual es considerado como un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias. (Gutiérrez Oyarce et al., 2018) y de igual manera contribuye a la deposición ácida.

La Normativa de Calidad del Aire Ambiente a Nivel de Inmisión, reformada por el Acuerdo Ministerial 050 del 4 de abril de 2011 delimita que “*El promedio aritmético de la concentración de NO_2 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$)*”.

4.3.1.3 Monóxido de Carbono

Es un gas inflamable, incoloro e insípido. Se estima que su vida media en la atmósfera es de apenas unos pocos meses, tendiendo de forma natural a reaccionar con el oxígeno de otras especies químicas para formar dióxido de carbono, este gas interviene en el proceso de efecto invernadero (Téllez et al., 2006).

Se estima que el 90% del CO contenido en la atmósfera se genera de forma natural por la oxidación fotoquímica del metano. El CO es el contaminante que mayor concentración presenta en el aire, por lo cual es medido en mg/m^3 . También se genera de forma antrópica mediante la combustión incompleta del gas natural, carbón y madera. Una de las principales fuentes de monóxido de carbono es el tráfico vehicular. (Ubilla & Yohannessen, 2017)

Es un contaminante muy peligroso y altamente tóxico (Sánchez Pardo et al., 2019), debido a que, sin ser detectado, reacciona con la hemoglobina de la sangre y desplaza el oxígeno, reduciendo la capacidad de captar y transportar el oxígeno de la sangre originando hipoxia, anoxia y muerte. (Arreguín-González et al., 2016) La importancia climatológica del CO radica en que su cantidad afecta directamente a la formación de GEI como el metano y el ozono troposférico.

La normativa de la calidad del aire ambiente establece que la concentración de monóxido de carbono de las muestras continuas en un período de 8 horas no deberá exceder de $10\,000\,\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de una vez al año, y la concentración máxima en 1 hora no deberá exceder de $40\,000\,\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de una vez al año.

4.3.1.4 Ozono

Es un gas incoloro e invisible, se encuentra presente en la estratósfera superior, entre los 20 y 50 km de altura constantemente formándose y destruyéndose absorbiendo las radiaciones ultravioletas, en esa altura se lo conoce como capa de ozono y cumple una función beneficiosa al proteger a la tierra de la radiación ultravioleta (Matus, 2017).

Existe en la troposfera debido a incursiones desde la estratósfera y a procesos naturales como la emisión de NO_x Y COV's en procesos de fermentación y volcanes, sin alcanzar concentraciones peligrosas, sin embargo, por las emisiones producidas de forma artificial se puede convertir en un problema de contaminación atmosférica grave ya que es extremadamente reactivo y tiende a oxidar a otros

compuestos, en determinadas concentraciones tiene efectos corrosivos sobre ciertos materiales e irritantes sobre las mucosas y tejidos de los seres vivos (Concepción et al., 2016).

El ozono es un contaminante secundario, es decir, no se emite directamente por ninguna fuente contaminante, se forma en la atmósfera como producto de la reacción entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz y calor (Ubilla & Yohannessen, 2017). Actualmente es el principal protagonista de la contaminación por Smog fotoquímico y tiene una representación importante en el calentamiento global del planeta debido a su contribución al efecto invernadero.

La Normativa de Calidad del Aire Ambiente del Ecuador establece que la máxima concentración de ozono obtenido mediante una muestra continua en un periodo de 1 hora no debe exceder 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de una vez al año.

4.3.1.5 Formaldehído

Es un gas incoloro de olor penetrante, utilizado como conservante en una gran variedad de productos higiénicos, cosméticos, domésticos y de aplicación industrial. (Latorre et al., 2011). El formaldehído es un gas intermedio en casi todas las cadenas de oxidación de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, que eventualmente conducen al CO_2 .

Es un compuesto reactivo considerado como tóxico atmosférico que desencadena efectos agudos como irritación y crónicos como cáncer, es uno de los compuestos del humo del tabaco, puede producirse también por reacciones de compuestos primarios, por la emisión directa de vehículos, y por algunos procesos industriales (García-Reynoso et al., 2007). El formaldehído afecta principalmente a la salud produciendo irritación a la piel, ojos, nariz y garganta.

4.4 Métodos de análisis

Existen varios métodos para relacionar los picos de concentración de contaminantes con episodios de inversión térmica; sin embargo es fundamental contar con datos históricos de temperatura y gases a distintas altitudes o presiones y exactamente en este paso en el que se diferencian la mayoría de estudios debido a que estos datos son obtenidos mediante diversos mecanismos.

Los métodos de análisis de la temperatura son muy variados y extensos, pueden basarse en datos obtenidos mediante sondeos aerológicos (Hufty, 1975; Dorta et al., 2013), los cuáles registran distintos parámetros atmosféricos a diferentes alturas con ayuda de instrumentos elevados mediante globos, cometas y aviones; métodos que utilizan interpolaciones espaciales con distintos algoritmos, ya sea de

regresión lineal, no lineal, krigado, spline, etc. (Sánchez Martín, 1995; Dowson y Marks, 1997; Saz et al., 2010; Frei, 2013; Martín et al., 2013); o los análisis a partir de datos meteorológicos (Tabony, 2007; Martín y Bethencourt, 2012; Armenta, 2013). (Nols Suárez, 2014), para efectos de este estudio la obtención de datos de temperatura se realiza mediante técnicas de teledetección y se modela mediante la herramienta Kriging Ordinario de ArcMap 10.3.

4.4.1 Teledetección

La detección remota es una técnica de adquisición de datos de objetos a distancia, sin que exista un contacto material entre los objetos observados; los cuales pueden estar situados sobre la superficie terrestre, marina o en la atmósfera; y un sensor situado en una plataforma, ya sea un satélite, avión, etc, mediante un flujo de radiación que parte del objeto en dirección al sensor, siendo estos elementos (objeto observado, sensor y flujo energético), los tres principales de cualquier sistema de teledetección. (Chuvieco, 1990)

4.4.1.1 Radiación Electromagnética

La radiación electromagnética es una forma de energía que un objeto emite y/o refleja como consecuencia de su interacción con fuentes de energía propias o externas; radiación que se propaga mediante ondas por el espacio con diferentes longitudes como se puede apreciar en la Tabla 1. Al conjunto de estas ondas se lo conoce como espectro electromagnético, las cuales están clasificadas en diversas regiones.

Tabla 1. Longitudes de onda del espectro electromagnético.

Región	Rango de longitudes
Rayos γ	$<0.03 \text{ nm}$
Rayos X	$0.03 - 3 \text{ nm}$
Ultravioleta	$3 - 0.3 \mu\text{m}$
Visible	$0.3 - 0.7 \mu\text{m}$
Infrarrojo	$0.7 - 300 \mu\text{m}$
Microondas	$300 \mu\text{m} - 20 \text{ cm}$
Radio – TV	$> 20 \text{ cm}$

Fuente: Chuvieco, 1990

Todos los objetos absorben radiación emitida por otros cuerpos, en especial por el sol, radiación que en función del objeto puede:

- a) Reflejarse
- b) Absorberse
- c) Transmitirse

4.4.1.2 Plataformas y sensores

Plataforma hace referencia a los satélites como: LANDSAT, SENTINEL, NOAA, etc., que trasladan los aparatos que permiten captar, almacenar y transmitir imágenes satelitales a distancia, mientras que los sensores son dispositivos equipados con la tecnología necesaria para registrar la radiación procedente de la tierra en distintas regiones del espectro, denominadas canales o bandas, las cuales estarán caracterizadas en función de su amplitud espectral y resoluciones: radiométrica, espacial y temporal; los sensores además son capaces de transformar la radiación en una señal susceptible a ser manejada de forma analógica o digital. Los mecanismos en los cuáles se puede adquirir información a partir de un sensor remoto son por: reflexión, emisión y por emisión – reflexión (Betti & Giraldez, 2020).

4.4.2 Imágenes Satelitales

La información y datos obtenidos mediante los sensores se representan visualmente mediante imágenes satelitales, las cuales están compuestas de varias bandas. Cada banda abarca el censado de un segmento específico del espectro en frecuencia de las radiaciones electromagnéticas. Mediante el análisis de esta información es posible reconocimiento de varias características de los objetos observados y de los fenómenos que se producen en ellos (Chuvieco, 1990).

4.4.2.1 Interacción atmósfera – radiación electromagnética

La radiación del sol es reflejada en pocas cantidades por la atmósfera, y modificada por ella mediante tres procesos: Dispersión, Refracción y Absorción, esta última es la capacidad de cada gas presente en la atmósfera para absorber la radiación en distintas longitudes de onda (Fuentes, 2012). De esta forma la radiación es asimilada por uno o varios gases en una serie de regiones del espectro y por otro lado, deja regiones en las cuáles no se produce absorción alguna, las cuáles se conocen como ventanas atmosféricas y son utilizadas por las técnicas de teledetección, siendo las principales:

- Visible o infrarrojo cercano
- Infrarrojo medio
- Infrarrojo térmico
- Microondas

Los sensores satelitales en su gran mayoría están diseñados con el objetivo de captar la radiación en estas ventanas, el contenido del gas en la atmósfera es estimado a partir de la radiación que llega al sensor, cuanto menor sea, mayor será la cantidad del gas en la atmósfera. Esta información es procesada y almacenada en formato digital para posteriormente obtener datos interpretables en la Tierra, el tipo de

información que se obtenga dependerá de la longitud de onda en la que el sensor capte la radiación (Frulla, 1992).

4.4.2.2 ERA 5

ERA5 es un conjunto de datos de alta precisión generado por el Servicio de Cambio Climático de Copérnico y el último reanálisis climático producido por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF), los reanálisis climáticas combinan observaciones pasadas con modelos para generar series de tiempo consistentes de múltiples variables climáticas, proporcionan una descripción completa del clima observado a medida que ha evolucionado durante las últimas décadas. (Ssenyunzi et al., 2020) (*Reanálisis climático* | Copérnico, s/f)

ERA 5 proporciona datos por mes, semana y hora sobre diversos parámetros atmosféricos, de la superficie terrestre y del estado del mar, conjuntamente con estimaciones de incertidumbre y cubre el periodo desde 1979 hasta el presente. La asimilación de datos se basa en el método utilizado por los centros de predicción numérica del tiempo, donde cada 12 horas (06 y 18 UTC) se combina un pronóstico previo con observaciones recientes para producir una mejor estimación del estado de la atmósfera, a esto lo denominamos análisis, a partir del cual se emite un pronóstico mejorado y actualizado. El reanálisis incluye una resolución reducida a fin de permitir la provisión de un conjunto de datos que se remontan varias décadas.

ERA 5 se produce utilizando la asimilación de datos 4D-VAR en CY41R2 del Sistema de Pronóstico Integrado (IFS) de ECMWF, sus datos cubren la tierra en una cuadrícula de 30 km con 137 niveles híbridos sigma/presión (modelo) en la vertical, con el nivel superior en 80 km.

Los datos atmosféricos se encuentran disponibles en estos niveles y se interpolan a 37 de presión, 16 de temperatura potencial y 1 de vorticidad potencial. Además, posee datos de superficie o de un solo nivel, con parámetros 2D como precipitación, temperatura de 2 m, radiación en la parte superior de la atmósfera e integrales verticales de toda la atmósfera. (Hersbach et al., 2020) La incertidumbre es estimada por un conjunto subyacente de 10 muestras a intervalos de tres horas. La actualización de ERA5 se realiza diariamente con una latencia de 5 días aproximadamente. En la Tabla 2, se pueden observar las características de las imágenes ERA 5.

Tabla 2. Características de los datos de ERA 5

Información	Características
Tipo de datos	Cuadrículado
Proyección	Cuadrícula regular de latitud y longitud
Cobertura Horizontal	Global
Resolución Horizontal	Reanálisis: 0.25° x 0.25°
Cobertura Vertical	1000 hPa a 1 hPa
Resolución Vertical	37 niveles de presión
Cobertura Temporal	1979 al presente
Resolución Temporal	Cada hora
Formato de archivo	GRIB y NetCDF

Realizado por: Autoras, 2021

4.4.2.3 Sentinel-5P

Sentinel-5 Precursor, es un satélite de observación terrestre, fue desarrollado por la Agencia Espacial Europea como parte del programa Copérnico con el fin de mantener la continuidad de las observaciones desde el período en el que Envisat dejó de estar operativo en 2012 hasta la llegada de Sentinel-5P, es la primera misión de Copérnico dedicada a monitorear la atmósfera. Consiste en un satélite que lleva un Instrumento de Monitorización Troposférico denominado TROPOMI, por su nombre en inglés (Zheng, Yang y Marinello, 2019).

El instrumento TROPOMI, es un sensor multispectral que puede detectar radiaciones ultravioleta (UV), visible (VIS), infrarrojo cercano (NIR) y longitud de onda corta (SWIR). Sentinel-5P, el objetivo de este satélite es proporcionar observaciones operacionales desde el espacio como apoyo de la supervisión operativa para: calidad del aire, ozono y superficie UV y Clima, proporciona además medidas de ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, formaldehído, aerosoles, monóxido de carbono, metano y nubes. Su órbita es de tipo polar síncrona al sol, con una altura de 824 km e inclinación de 98.74 grados, su ciclo de repetición es de 16 días con un LST medio: 13:30 en el nodo ascendente.

TROPOMI posee un ancho de franja de 2600 km la cuál le permite cartografiar la totalidad del planeta en 24 horas, un rango espectral de 270-495 nm, 710-775 nm, 2305-2385 nm, resolución espectral de 0,25-0,55 nm, modo de observación: apuntando al nadir, cobertura diaria global, 7x7 km² y masa de carga útil: 200 kg. Cuenta con 3 niveles de procesamiento, los cuales tienen distintos productos de datos.

Nivel 0: Sus productos son: telemetría satelital sin procesar ordenada en el tiempo sin superposición temporal, datos de ingeniería, datos auxiliares del satélite y metadatos de adquisición. (*Productos de datos - Misión Sentinel-5P - Sentinel Online*, 2021).

Nivel 1 B: La parte superior de la atmósfera geo ubicada y corregida radiométricamente. Radiancias terrestres en todas las bandas espectrales, irradiancias solares.

Nivel 2: Productos derivados de las mediciones en las 8 bandas TROPOMI, que cubren el UV, visible de 270 a 500 nm, el NIR de 675 a 775 nm y el SWIR de 2305 a 2385 nm; y son los siguientes:

- Columnas totales geolocalizadas de ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, formaldehído y metano.
- Columnas troposféricas geolocalizadas de ozono.
- Perfiles verticales geolocalizados de ozono
- Información geolocalizada de nubes y aerosoles

Las columnas totales de ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, formaldehído, perfiles verticales de ozono, información de nubes y aerosoles se proporcionarán en NRT (Near Real Time), es decir, 3 horas después de la detección.

Los archivos de datos contienen el total de la columna de los gases entre la superficie y la parte superior de la troposfera. La validación preliminar realizada por expertos concluye en general que las mediciones concuerdan con las mediciones de referencia recopiladas de las redes terrestres globales, los productos de datos de satélite correspondientes de OMI y cumple con los requisitos definidos en el Plan de calibración y validación de Sentinel-5p. (*Productos de datos - Misión Sentinel-5P*, s/f)

La resolución espacial de Sentinel-5P permite la resolución de detalles finos, incluida la detección de plumas de SO₂ pequeñas. Para este gas el índice de aerosol absorbente se calcula con un par de mediciones a 340 nm y 380 nm. A menudo se observan valores de columna verticales negativos para el SO₂, particularmente estos se presentan en regiones limpias o para emisiones bajas de este gas, en el Catálogo de datos de Earth Engine se recomienda no filtrar estos valores excepto para valores atípicos, es decir, para columnas verticales inferiores a -0.001 mol/m².

Para el monóxido de carbono TROPOMI, observa la presencia de CO aprovechando las mediciones de radiancia terrestre en el cielo despejado y nublado en el rango espectral de 2.3 μm de la parte infrarroja de onda corta SWIR del espectro solar.

En el caso del NO₂, Sentinel-5P representa como NO₂ las concentraciones de óxidos de nitrógeno colectivos, debido a que durante el día y en presencia de luz solar, este reacciona en minutos. El sistema de procesamiento para este gas se basa en desarrollos de algoritmos.

Para el O₃, hay dos algoritmos que entregan ozono total: GDP para los productos en tiempo casi real y GODFIT para los productos fuera de línea

5. METODOLOGÍA

5.1 Generalidades

En el marco metodológico de la presente investigación estudia el fenómeno de la Inversión Térmica con la relación de Perfiles de Contaminantes haciendo uso de imágenes satelitales en el Ecuador continental, durante el periodo de estudio comprendido entre el 05 de diciembre del 2018 al 01 de enero del 2020, para lo cual se utilizó una serie de métodos, y técnicas que permitieron la recopilación y recolección de información para este estudio.

En esta sección de la metodología se detalla, como se obtuvo el resultado final de nuestra investigación de acuerdo con el objetivo del estudio y el problema de investigación previamente propuestos, la cual incluye la estrategia de investigación donde se explican los procedimientos para recopilar, analizar y presentar la información, de acuerdo al tipo de estudio y diseño de investigación, siendo en este caso una investigación de tipo correlacional, debido a que busca establecer la relación entre dos variables (Inversión Térmica y Perfiles de Gases).

La cual consta primeramente de área de estudio comprendida por todo el Ecuador Continental, las fuentes de datos y las técnicas que se utilizaron para recopilar y analizar la información de las imágenes satelitales ERA 5 y Sentinel-5P, la extracción de los datos de las imágenes satelitales y el análisis de los mismos, el algoritmo utilizado para determinar periodos de Inversión Térmica, así mismo se muestran los resultados de acuerdo a los procedimientos y técnicas utilizados, como las pruebas estadísticas realizadas para la validación de datos, pruebas estadísticas para la correlación entre los periodos de Inversión térmica con los perfiles verticales de SO_2 , CO , O_3 , NO_2 , HCHO , los cuales permitirán establecer la relación que existe entre estas dos variables.

5.2 Área de estudio (Ecuador)

El área de estudio comprende el Ecuador Continental este se encuentra ubicado en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente, su parte continental está ubicada entre los paralelos $01^{\circ}30' \text{ N}$ y $03^{\circ}23.5' \text{ S}$ y los meridianos $75^{\circ}12' \text{ W}$ y $81^{\circ}00' \text{ W}$. Al territorio nacional lo atraviesa la línea ecuatorial, precisamente 22 Km al N de su capital, la ciudad de Quito. Luego de la firma del Protocolo de Río de Janeiro en 1942 y el Acuerdo de Paz del 26 de octubre de 1998 con Perú, Ecuador cuenta con las siguientes extensiones: Continental 262.826 Km^2 e Insular: 7.844 Km^2 . Limita por el norte con Colombia, al sur y este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico.

La Cordillera de los Andes atraviesa al Ecuador de norte a sur, dividiendo al territorio continental en tres regiones geográficas: Costa, Sierra y Oriente, según datos del INEC, para el año 2019 el país

presenta una población estimada de 17, 37 millones de habitantes; la región costera concentra el 49% de la población total, la región Andina o Sierra el 45% y la región amazónica representa únicamente el 5% de la población (INEC, 2019).

Debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, estas tres zonas son distintas a nivel de paisaje, geomorfología y clima. La altitud en la región costa va desde los 0 a 1200 m.s.n.m. con una temperatura de 20 a 40 °C y un índice pluviométrico por debajo de 1000 mm/año, en la región sierra la altitud corresponde de los 1200 hasta 6400 msnm, con temperaturas generalmente por debajo de los 15 °C e índices pluviométricos inferiores a 500 mm/año, finalmente en la región amazónica, las altitudes son inferiores a 750 msnm, con temperaturas superiores a 28 °C e índices pluviométricos entre 2000 y 3000 mm/año (Varela y Ron, 2020).

Debido a su posición geográfica, el Ecuador se encuentra exclusivamente en la zona ecuatorial – tropical, sin embargo, debido a factores como la influencia del mar, la presencia de la corriente fría de Humboldt y la corriente cálida de Panamá, que, combinado con la orientación perpendicular de los Andes a los vientos Alisios, dan como resultado una climatología muy variada con una amplia gama de subclimas, microclimas y topoclimas. En la Ilustración 3 se puede visualizar la localización de la zona objeto de estudio para la presente investigación.

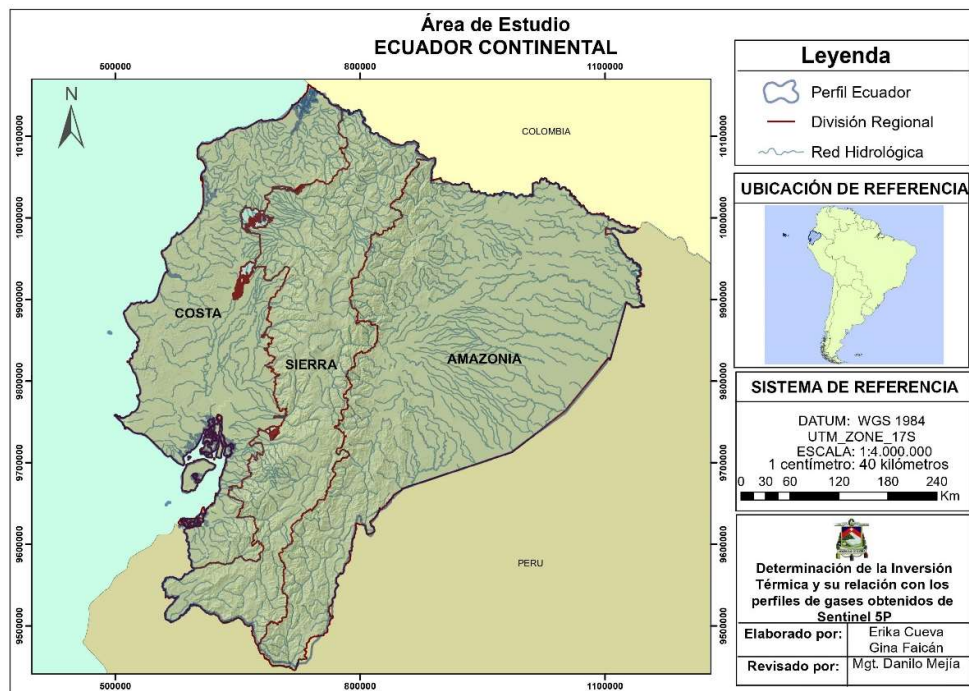


Ilustración 3. Zona de Estudio: Ecuador Continental
Elaboración: Autoras, 2021

5.3 Datos In Situ de las estaciones meteorológicas

Para validar información de temperatura se utilizaron los datos que proporcionó el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con información de 90 estaciones en todo el Ecuador, sin embargo, debido a que los datos de la mayoría de las estaciones se encontraban incompletas se realizó un filtro para seleccionar aquellas que contenían los datos completos para el periodo de estudio desde el 05 de diciembre de 2018 hasta el 01 de enero de 2020 cada tres horas, en la Tabla 3, se puede observar el detalle de las 13 estaciones seleccionadas, las cuales cuentan con mínimo un 80% de los datos necesarios para el estudio y además están distribuidas espacialmente por todo el territorio de país y a distintas alturas.

Tabla 3. Información de las estaciones meteorológicas (INAMHI)

CÓDIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PROVINCIA
M0003	Izobamba	-0.365833	-78.555000	3058.00	Pichincha
M1271	Guayaquil (Facultad Ccnn)	-2.146500	-79.917300	21.00	Guayas
M1170	Santa Elena	-2.233611	-80.875125	13.00	Santa Elena
M1246	Las Lajas	-3.792564	-80.060875	435.00	El Oro
M0007	Nuevo Rocafuerte	-0.920000	-75.403000	185.00	Orellana
M0103	San Gabriel	0.604167	-77.819444	2860.00	Carchi
M1219	Tena Hda. Chaupishungo	-0.916944	-77.819167	665.00	Napo
M0156	Quininde	0.319444	-79.471083	115.00	Esmeraldas
M1040	Macas San Isidro-Pns	-2.229800	-78.125000	1110.00	Morona Santiago
M1107	Laguacoto	-1.614378	-78.998339	2608.00	Bolívar
M1208	La Teodomira	-1.164167	-80.390000	60.00	Manabí
M5089	El Tablón - Las Cuevas	-2.811589	-79.324639	3661.00	Azuay
M0150	Amaluza 1	-4.584722	-79.430556	1672.00	Loja

Elaborado por: Autor, 2020

5.4 Adquisición de imágenes satelitales

Para la presente investigación se utilizaron datos del reanálisis ERA 5 que permitió obtener perfiles verticales de la temperatura del aire, y también datos del satélite SENTINEL-5P con el que se adquirió información de perfiles de contaminantes durante el periodo de estudio comprendido entre el 05 de diciembre 2018 y el 01 de enero del 2020.

5.4.1 Imágenes de Reanálisis ERA 5

Para determinar los episodios de Inversión Térmica se utilizó el conjunto de imágenes satelitales de la reanálisis atmosférica de quinta generación del mundo que proporciona el Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Mediano Plazo (ECMWF), y disponibles de forma gratuita a través de la

plataforma web <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>. Se descargaron datos de ERA5 sobre niveles presión de temperatura del aire para toda la sección transversal vertical de la troposfera, es decir, de 1000 a 100 hPa, las imágenes se adquirieron en formato NetCDF cada tres horas, también se descargaron imágenes cada 24 horas y se realizó un promedio diario durante el periodo de estudio, en las coordenadas 1.75 N, -81.56 O, -5.25 S y -75.06 E., todas las imágenes seleccionadas para la presente investigación se encontraban en el Datum WGS 84 (World Geodetic System 1984) y sistemas de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) Zona 17 Sur.

Los valores de temperatura se descargaron en tres paquetes de datos tanto para los valores diarios como para los horarios, en la Tabla 4 se visualiza la información correspondiente a los paquetes de imágenes descargados.

Tabla 4. Información sobre las imágenes adquiridas

Imagen	Fecha		Niveles de Presión (hPa)	Intervalo de tiempo	Tiempo (UTM)
	Desde	Hasta			
ERA 5	05/12/2018	31/12/2018	1000 – 100	Cada 3 horas	00:00 – 21:00
ERA 5	01/01/2019	31/012/2019	1000 – 100	Cada 3 horas	00:00 – 21:00
ERA 5	01/012020	-	1000 – 100	Cada 3 horas	00:00 – 21:00
ERA 5	05/12/2018	31/12/2018	1000 – 100	24 horas	diario
ERA 5	01/01/2019	31/012/2019	1000 – 100	24 horas	diario
ERA 5	01/012020	-	1000 – 100	24 horas	diario

Elabora por: Autor, 2021

5.4.2 Imágenes de SENTINEL-5P

Los datos correspondientes a las concentraciones de gases fueron obtenidos a partir del satélite Sentinel-5P sensor Tropomi, Nivel 2 (L2), a través de la plataforma Google Earth Engine la cuál presenta un editor de código basado en la web para la API de JavaScript y Python de Earth Engine, esta cuenta con un conjunto de datos geoespaciales y transforma estos productos en un nivel L3 mediante la herramienta harpconvert donde fusionan todos los datos en un mosaico grande (valores promediados de área para píxeles que pueden tener diferentes valores para diferentes momentos), y a partir del mosaico, crean un conjunto de mosaicos que contienen datos ráster ortorrectificados (Google Earth Engine, 2021), las imágenes se descargaron de forma gratuita mediante la plataforma web <https://code.earthengine.google.com>, donde se generó un script de una serie temporal diaria, donde se obtuvo información de perfiles de cinco contaminantes en mol/m² para SO₂, CO, O₃, NO₂, HCHO desde el cinco de diciembre de 2018 hasta el 1 de enero de 2020, estas se descargaron en formato TIF, sistemas de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) Zona 17 Sur y resolución espacial de 1km x 1km.

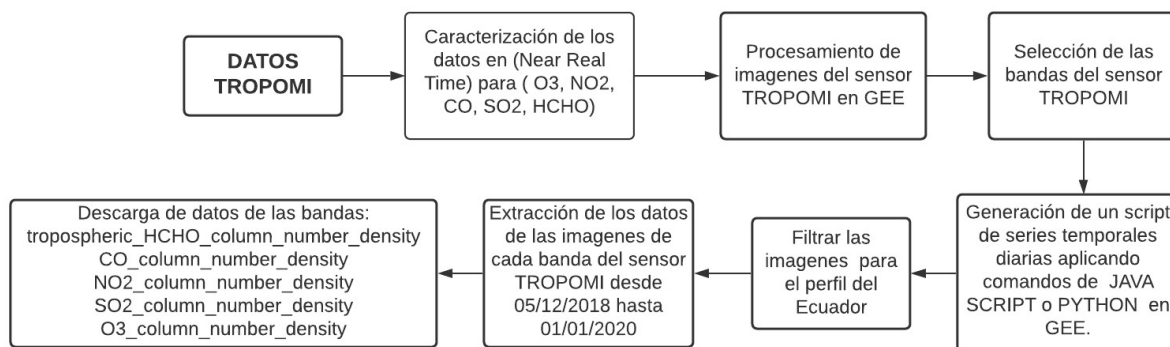


Ilustración 4. Proceso de toma de datos de TROPOMI

Elaborado por: Autor, 2021

5.5 Validación de Datos de Temperatura

Para la validación de datos de temperatura se utilizaron 13 estaciones del INAMHI, seleccionadas en función a distribución espacial y en distintas alturas en la zona de estudio, y los datos correspondientes obtenidos de ERA 5 en la misma ubicación geográfica y nivel de presión. En la Tabla 5, se puede apreciar los nombres de las estaciones objeto de análisis, su ubicación, altura y presión.

Tabla 5. Estaciones tomadas para validación de temperaturas.

Estaciones Meteorológicas INAMHI					Reanálisis ERA 5		
Código	Latitud	Longitud	Presión	Pixel	Latitud	Longitud	Presión
M1170	-2,233611	-80,875125	1011,69	226	-2,25	-80,8099975	1000
M1271	-2,146500	-79,917300	1010,73	229	-2,25	-80,0599975	1000
M1208	-1,164167	-80,390000	1006,06	146	-1,25	-80,3099975	1000
M0156	0,319444	-79,471083	999,15	28	0,25	-79,5599975	1000
M0007	-0,920000	-75,403000	991,22	143	-1	-75,5599975	1000
M1246	-3,792564	-80,060875	962,07	301	-4	-80,0599975	950
M1219	-0,916944	-77,819167	935,87	134	-1	-77,8099975	925
M1040	-2,229800	-78,125000	886,82	237	-2,25	-78,0599975	825
M0150	-4,584722	-79,430556	827,86	303	-4	-79,5599975	825
M1107	-1,614378	-78,998339	736,75	172	-1,5	-79,0599975	750
M0103	0,604167	-77,819444	713,66	25	0,5	-77,8099975	700
M0003	-0,365833	-78,555000	695,93	67	-0,25	-78,5599975	700
M5089	-2,811589	-79,324639	644,12	263	-2,75	-79,3099975	650

Nota: Las presiones se encuentran expresadas en hecto Pascales

Realizado por: Autoras, 2021

Se utilizaron métodos estadísticos con el objetivo de evaluar la correlación de los datos de temperatura de las estaciones del INAMHI y los procedentes de ERA 5, para este fin se utilizó el Coeficiente de Karl Pearson, el cual indica la fuerza de asociación, sin embargo, también es necesario comparar los dos

mecanismos de medición (in – situ e imágenes satelitales) y la concordancia entre los datos obtenidos por ambas técnicas, es decir, cuando coinciden o difieren entre sí. Para ello se han aplicado además el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC) y el Método gráfico de Bland y Altman de concordancia. Todos los métodos fueron aplicados mediante el paquete estadístico SPSS para Windows versión 26.0.

5.5.1 Coeficiente de Correlación de Pearson

Se determinó el coeficiente de Pearson para establecer la correlación existente entre los datos obtenidos de las imágenes satelitales y los proporcionados por las estaciones meteorológicas. Este fue calculado de acuerdo a la ecuación (2):

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

En donde:

r= Coeficiente de Correlación de Pearson.

x= Valores medidos de la variable x.

y= Valores medidos de la variable y.

El grado de asociación lineal entre las dos variables (**r**) puede situarse entre -1 y 1, el signo indica el sentido de la relación, siendo $0 < r < 1$ indicativos de correlaciones positivas, $r = 0$ indicativo de la no existencia de una relación lineal y $-1 < r < 0$ indicativos de correlaciones negativas (Dagnino, 2014). Para los valores absolutos se asignan las siguientes interpretaciones.

Tabla 6. Interpretación de valores para el Coeficiente de Pearson

Rango	Interpretación
0 – 0.19	Muy Débil
0.2 – 0.39	Débil
0.4 – 0.59	Moderada
0.6 – 0.79	Fuerte
0.8 – 1	Muy Fuerte

Fuente: Cohen, 1998

5.5.2 Coeficiente de Correlación Intraclass

El ICC permite medir la concordancia entre dos o más valoraciones cuantitativas obtenidas con diferentes métodos de medida o evaluadores, mide el grado de acuerdo o consistencia entre medias cuya varianza puede ser atribuida a variaciones entre los instrumentos que realizan medidas sobre una misma muestra o cuando se realizan medidas con un mismo instrumento en distintos tiempos. (Cortés et al., 2010)

Se determinó el ICC de Acuerdo Absoluto (ICC_A), debido a que en este caso nos interesa saber si ambos instrumentos miden exactamente un mismo valor, el ICC_A contempla cualquier diferencia entre medidas como una discordancia, independientemente del tipo que sean. Para determinar este coeficiente el programa utilizado emplea la siguiente ecuación (3):

$$ICC_{acuerdo\ absoluto} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_o^2 + \sigma_{residual}^2}$$
$$\sigma_o^2 + \sigma_{residual}^2 = error \quad (3)$$

En donde:

σ_p = varianza poblacional

σ_o = error de varianza

$\sigma_{residual}$ = varianza residual

La evaluación de la consistencia de las mediciones de los instrumentos está limitada a reportar el ICC y el grado de acuerdo con la escala propuesta por Landis y Koch.

Tabla 7. Interpretación de valores para el ICC

Valor	Grado de Acuerdo
0	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Regular
0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Substancial
0.81 – 1.00	Casi perfecto

Fuente: Landis y Koch, 1997

5.5.3 Método de análisis gráfico de Bland y Altman

Bland y Altman plantean el análisis de la concordancia mediante el fundamento de “Límites de Concordancia”, el cual evalúa si la comparación de dos métodos permitiría que uno reemplace al otro con una precisión suficiente. Consiste en representar gráficamente las diferencias entre sus mediciones frente a su media o promedio. (Meldrum et al., 2014)

La concordancia promedio se evalúa mediante la comparación del promedio de las diferencias de las mediciones de los individuos, por lo general se lo realiza con una prueba de T de Student. La estimación de la diferencia se informa con intervalos de confianza del 95%. (Giavarina, 2015)

Para evaluar la concordancia para individuos se analiza la variabilidad de las diferencias, en primera instancia se evalúa la distribución de las diferencias, posteriormente se calculan los límites de concordancia y finalmente se grafican estos límites en un diagrama de puntos. A continuación, se muestra una ejemplificación de la estructura de un gráfico de Bland – Altman.

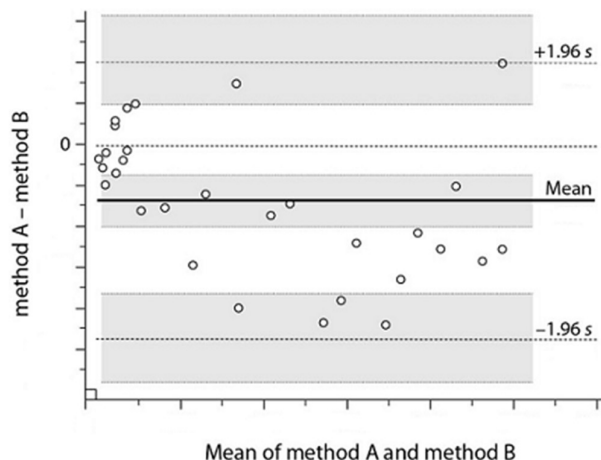


Ilustración 5. Representación del método gráfico de Bland y Altman
Fuente: Giavarina, 2015

Como se puede observar en la Ilustración 5, el eje Y corresponde a las diferencias entre los valores pareados de los dos métodos (A - B), en el eje X se encuentra el valor de la media de ambos, es decir $(A + B) / 2$, siendo este un mejor estimador del valor real de la variable. Se presentan también 3 líneas paralelas que representan, de acuerdo a su posición

- a) **Límite de concordancia superior:** Corresponde al valor de la diferencia media $+1.96 \cdot SD$ (Desviación Estándar)
- b) **Diferencia media:** Corresponde al valor medio determinado por A menos el valor medio determinado por B.
- c) **Límite de concordancia inferior:** Corresponde al valor de la diferencia media $-1.96 \cdot SD$ (Desviación Estándar)

Si ambos métodos obtienen de media valores similares, la diferencia media se situará en cero o próxima a cero, en cambio sí se encuentra lejos de este valor significa que los dos métodos producen resultados diferentes.

La representación de los límites de concordancia permite calificar visualmente la concordancia entre ambos métodos. Estos límites establecen el rango en el que se encontrarán un ~95% de las veces, las diferencias en los datos de un método y el otro. Cuanto menor sea el rango entre los límites, mejor será la concordancia y cuando más alto sea, menor será su precisión. Si estos límites no exceden la diferencia máxima aceptable entre métodos, se considera que ambos están en concordancia y pueden ser usados indistintamente. Es necesario también evaluar si la variabilidad de los datos es constante a lo largo del

rango de valores y en torno a la línea de diferencia media, o si se detectan anomalías como tendencia, lo que se espera es que los puntos se distribuyen sin seguir un patrón definido.

5.6 Procesamiento de imágenes satelitales

Para relacionar los periodos de inversión térmica con la concentración de gases, en primer lugar, se igualó el tamaño del píxel de las imágenes descargadas que presentan resoluciones diferentes, para lo cual se realizó un **resample** con la ayuda del software Rstudio igualando el tamaño del píxel de las imágenes de Sentinel-5P de resolución 1km x 1km a una resolución de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ que es la resolución de la reanálisis ERA5 mediante el método bilinear. La interpolación bilineal reemplaza cada píxel que falta con un promedio ponderado de los píxeles más cercanos en el límite de los 4 píxeles vecinos, los valores utilizados son inversamente proporcionales a la distancia de los píxeles de origen y destino (Agrafiotis, 2014), como-indica la Ilustración 6.

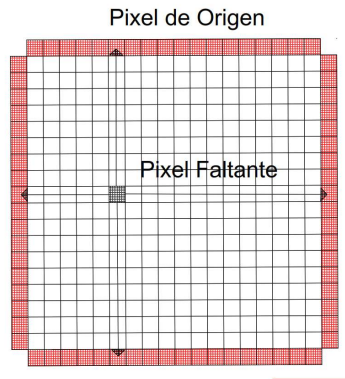


Ilustración 6. Método de interpolación Bilinear
Realizado por: Autoras, 2021

Con la interpolación se obtuvo imágenes de los contaminantes con valores promediados del ráster original cada nueva celda ráster obtuvo un promedio ponderado de las cuatro celdas más cercanas de la entrada se realizado de acuerdo con lo siguiente ecuación (1):

$$M_p = \frac{D_R * S_{PL} + D_L * S_{PR} + D_T * S_{PB} + D_B * S_{PT}}{D_R + D_L + D_T + D_B} \quad (1)$$

Donde:

M_p= Píxel faltante

S_{PL} = Píxel de origen izquierdo

S_{PR} = Píxel de origen derecho

S_{PB} = Píxel de origen superior

S_{PT} = Píxel de origen inferior

D_R, D_L, D_T, D_B = Distancias correspondientes del píxel faltante

5.7 *Determinación De La Inversión Térmica*

5.7.1 Extracción de niveles de presión

Para la determinación de la inversión térmica se requiere analizar el perfil de temperatura para lo cual se necesita tener datos de presión desde la ubicación de cada pixel, se obtuvo un total de 319 píxeles de la imagen de ERA5, para los cuales se enmascararon los datos de acuerdo a la altura, con la ayuda de un modelo digital de elevación se extrajo las alturas en cada pixel y posteriormente se convirtieron esas alturas a niveles de presión.

5.7.2 Extracción datos de temperatura de ERA 5

Con la ayuda del software Rstudio se extrajo los datos de temperatura de cada pixel en sus niveles de presión de 1000 hPa a 100 hPa que comprende la columna troposférica de reanálisis ERA 5, para analizar los periodos de inversión térmica, para esto se convirtió todas las alturas extraídas del Modelo digital de elevación en cada pixel a PresLev, para la conversión de los valores de altitud (m s. n. m.) en cada pixel de la imagen a valores de presión, se aplicó el modelo presentado en la ecuación (4) de atmósfera estándar internacional (ISA) (Young, 2017).

$$p = p_0 \left(1 - 0.0065 \frac{h}{T_0}\right)^{5.2561} \quad (4)$$

Donde

p_0 = presión promedio a nivel del mar 1013,25 hPa

T_0 = es la temperatura a nivel del mar (15° C) expresada en K

h = altura de cada pixel

5.7.3 Identificación de periodos de inversión térmica

Para la identificación de las inversiones térmicas troposféricas se siguió la definición de (Kahl, 1990) y aplicado posteriormente, entre otros estudios por Wetzel & Brümmer (2011), Zhang et al. (2011), Gilson et al. (2018), Largeron & Staquet. (2016) (Palarz et al., 2018, 2020).

Este algoritmo consiste en analizar cada uno de los perfiles verticales de temperatura del aire que se obtienen del reanálisis ERA 5 para localizar la primera capa en la que la temperatura del aire aumenta con la altitud, este análisis se realizó en los 319 píxeles de la imagen con la ayuda del software RStudio,

Ilustración 7.

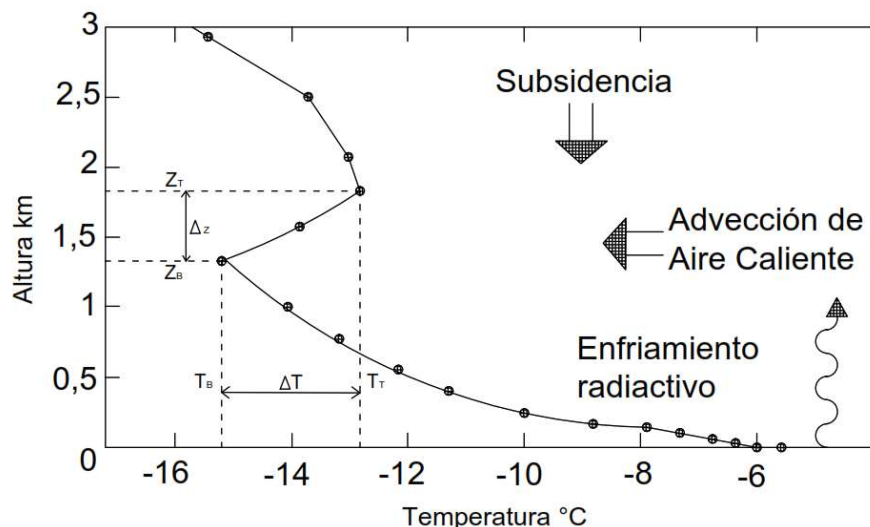


Ilustración 7. Perfil de temperatura de ERA 5 con parámetros de inversión relevantes
Fuente: (Kahl, 1990)

La base de inversión (B) se definió como el fondo de la primera capa en la que la temperatura aumenta con la altitud; mientras que la parte superior de inversión (T) se definió como la parte inferior de la primera capa subsiguiente en la que la temperatura disminuye con la altitud. A continuación, se determinaron la temperatura del aire (t) y la altura geopotencial (z) en los niveles de la base de inversión (T_B , Z_B) y la capa superior de inversión (T_T , Z_T).

Se distinguieron dos tipos de inversiones de temperatura: (1) inversiones basadas en la superficie (SBI) que comienzan inmediatamente en el nivel más bajo de los reanálisis o sondeos de aire superior aproximadamente a unos 900 hPa y (2) inversiones elevadas (EI) que tienen bases ubicadas en un nivel más alto a una altitud aproximadamente a unos 125 hPa.

Para determinar la presencia de inversión térmica analizando el perfil de temperatura en cada píxel de reanálisis ERA 5, se utilizó un parámetro que es el gradiente de temperatura el cual permite evaluar la estabilidad de las capas atmosféricas, y viene dado por el cálculo de la siguiente ecuación (5).

$$\frac{\Delta T}{\Delta Z} \quad (5)$$

La siguiente expresión se calcula de la siguiente manera analizando la fuerza de la inversión ΔT y la profundidad de la capa de inversión térmica ΔZ .

$$\Delta T = T_t - T_b \quad (6)$$

$$\Delta Z = Z_t - Z_b \quad (7)$$

Donde:

T_t = Temperatura de la capa superior de la inversión

T_b = Temperatura de la capa inferior donde inicia la inversión

Z_t = Altura de la capa superior de la inversión

Z_b = Altura de la capa inferior donde inicia la inversión

Para evaluar los resultados se consideró la siguiente condición: los gradientes de temperatura más altos que el gradiente de temperatura adiabático seco $\gamma_{\text{adiab}} = -0,0098 \text{ Km}^{-1}$ son indicativos de capas límite estables, los gradientes mayores que cero son indicativos de inversiones de temperatura y los gradientes de temperatura menores que cero son indicativos de condiciones de inestabilidad (Largerón & Staquet, 2016).

Los datos de profundidad se analizaron mediante cuartiles (Q), es decir, dividiendo los datos en cuatro grupos de números iguales de términos; los datos menores al primer cuartil (Q_1) representan el 25% de los datos, los inferiores al segundo cuartil (Q_2) son el 50% y aquellos menores al tercer cuartil (Q_3) representan el 75% de los datos; el segundo cuartil, a su vez, coincide con la mediana, dato estadístico utilizado para dividir el conjunto de datos en dos partes iguales.

La diferencia entre el tercer y primer cuartil se denomina recorrido o rango intercuartílico (RIQ), mediante el cual se analiza la variabilidad en las distribuciones de profundidad de las IT's debido a que en este se encuentra el 50% de los datos. Cuando la dispersión de valores de profundidad es amplia y el RIQ es pequeño, tendremos la presencia de valores extremos, mientras que si la dispersión de valores y el RIQ son grandes es indicativo que existen datos dispersos y finalmente si ambos son pequeños significa que los datos están agrupados respecto a valores centrales.

5.8 Extracción de valores de contaminantes

Luego de haber determinado los períodos de inversión térmica se extrajeron los valores de los píxeles según las coordenadas de los puntos donde ocurrieron los episodios de inversión térmica. Este procedimiento se hizo con la ayuda del software RStudio versión 4.0.3, donde se realizó un script que permitió extraer todos los valores de contaminantes de las imágenes de Sentinel-5P de NO_2 , SO_2 , O_3 , CO y HCHO .

5.9 Construcción de la base de datos

Después de determinar episodios de inversión térmica mediante el análisis de las imágenes ERA5 y

tener los valores de contaminantes en los días que se presentó este episodio, se procedió a construir una base de datos para posteriormente realizar el análisis estadístico que más se ajuste a los datos, se obtuvo una matriz con un total de 1601 observaciones del periodo de estudio analizado y el número de píxeles que comprenden las imágenes, con seis variables a correlacionar las cuales son gradiente térmico (C/Km), NO₂, SO₂, HCHO, CO y O₃, con un total de seis variables para el análisis de estudio.

5.10 Análisis estadístico para datos Sentinel-5p

No se debe adoptar una actitud negligente ante el proceso de análisis de series de datos, particularmente los de tipo ambiental. Se requiere un cuidado especial en la etapa inicial del proceso de análisis, es decir, una preparación adecuada de los datos para una mejor investigación. Previsto que los supuestos teóricos sobre la selección del método estadístico para el análisis de series son cumplidos, se puede presumir que los resultados obtenidos y conclusiones son correctas. Sin embargo, si se violan estos supuestos, surgen varias opciones posibles de soluciones. También es necesario recurrir a alternativas procedimientos de análisis estadístico como la estadística no paramétricas que no requieren ningún supuesto (Bartczak et al., 2014). El patrón de distribución de datos normal, junto con la homogeneidad de la serie, es con frecuencia el supuesto fundamental. Si uno se inclina a suponer que el patrón de distribución de la serie de datos no es normal, debe intentar encontrar el método que hará que el patrón de distribución sea normal o cercano a lo normal.

Las series de variables ambientales muestran con mayor frecuencia patrones de distribución asimétrica con varios niveles de sesgo y varias curtosis, es por esto que para un adecuado análisis estadístico se pueden realizar transformaciones a los datos una de ellas es la transformación de Box Cox.

5.10.1 Análisis de normalidad

Como la mayoría de los análisis estadísticos, el análisis de correlación requiere variables caracterizadas por una distribución de probabilidad normal, las variables estudiadas fueron analizadas para ver si cumplían la normalidad según la prueba de Anderson Darling, para lo cual utilizamos en software Minitab 14, esta prueba se utiliza para probar si una muestra de datos proviene de una población con una distribución específica (Stephens, 1979).

El estadístico de la prueba de Anderson-Darling se define como:

H_o : Los datos siguen una distribución normal.

H_a : Los datos no siguen la distribución normal

La ecuación (8) de la prueba de Anderson Darling es la siguiente

$$A^2 = -N - \frac{1}{N} \sum (2i - 1) (\ln F(Y_i) + \ln(1 - F(Y_N + 1))) \quad (8)$$

Donde:

$F(Y_i)$ = función de distribución acumulada de la distribución normal estándar

(Y_i) = datos ordenados

N = número de datos

Si los resultados de la prueba AD son estadísticamente significativos ($p < 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Los resultados de la prueba de AD para la variable características de las inversiones térmicas, así en cuanto a las concentraciones de contaminantes, resultó ser estadísticamente significativa, lo que lleva a la conclusión que la distribución de estas variables se desvía de una distribución gaussiana.

5.10.2 Transformación de datos a normalidad

Una de las soluciones más habituales para lograr que los datos (residuales) se ajusten a una distribución normal es realizar una transformación de la variable dependiente (Peña Peña & Elizagaray, 2006), por lo tanto, antes de los análisis estadísticos para correlacionar las variables, los datos se transformaron para que las distribuciones sean lo más cercano a una distribución normal existen diferentes métodos de transformación nosotros elegimos la técnica de Box-Cox, cabe mencionar que se seleccionó esta técnica porque es ampliamente utilizada en varios campos de ciencias incluida la climatología (Bartczak et al., 2014), antes de la transformación se hizo una base de datos donde se eliminaron valores negativos de contaminantes ya que esta transformación solo utiliza números positivos quedándonos con un número de valores iguales para todos los contaminantes y gradiente de temperatura, la transformación se realizó con el software minitab que sigue la siguiente ecuación (9).

$$y^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln x, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Donde:

$y^{(\lambda)}$ = variable transformada

λ = el principal parámetro de transformación

5.11 Correlación De Periodos de IT con los Contaminantes

Para la correlación de los periodos de inversión térmica con los contaminantes se tomaron en consideración los datos transformados donde se obtuvo una matriz total de 411 datos de gradiente de

temperatura y contaminantes, luego de esto para comprender mejor la relación potencial entre periodos de inversión térmica (IT) y los contaminantes del aire en Ecuador, se determinó la correlación de Pearson siguiendo la ecuación (10).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) x (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (10)$$

Donde:

r = coeficiente de correlación de Pearson

X_i = valores medidos de la variable X

Y_i = valores medidos de la variable Y

También se evaluó la fuerza del coeficiente de correlación en base a lo propuesto por (Evans, 1996) valores absolutos de r:

Tabla 8. Coeficiente de correlación, interpretación

ID	Rango	Significado
1	0.00 – 0.19	Muy débil
2	0.20 – 0.30	Débil
3	0.40 – 0.59	Moderado
4	0.60 – 0.79	Fuerte
5	0.80 – 1	Muy fuerte

Fuente: (Evans, 1996)

Así mismo para el análisis de correlación la variable gradiente de temperatura (C°/km) se clasificó en diez niveles esto permitirá minimizar la influencia de errores, los niveles se basaron en rangos de 0.56 C°/km estos son métodos estándar que se utilizan comúnmente para extraer información significativa y correlaciones de grandes conjuntos de datos y se han empleado previamente en varios estudios relacionados con la IT (Arifwidodo & Tanaka, 2015) y (Yun et al., 2020) .

También se evaluó las diferencias medias en las concentraciones de contaminación del aire mediante la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA), esta prueba revela si las diferencias medias entre muchos grupos o categorías diferentes son estadísticamente significativas.

El estadístico de la prueba de ANOVA se define como:

H_o : igualdad entre las medias de los grupos o poblaciones

H_a : al menos una de las medias es distinta

El análisis se completa cuando se acepta la hipótesis H_0 , es decir, no hay diferencias entre grupos. En cambio, cuando se rechaza H_0 , se sabe que hay diferencias entre grupos (Peña Peña & Elizagaray, 2006) se calculó mediante la ecuación 11.

$$Y_{ij...p} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \dots + \varepsilon_{ij....r} \quad (11)$$

Donde:

μ = media general

$(\alpha_i, \beta_j, \dots)$ = suma de los efectos de los diferentes factores

$(\alpha\beta)_{ij} \dots$ = interacciones

$\varepsilon_{ij....r}$ = suma de sus diferentes errores

Al realizar en análisis ANOVA si obtenemos un $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y se determina que existe diferencias significativas entre las medias de los contaminantes respecto al gradiente de temperatura, si $p > 0.05$ no se rechaza la hipótesis nula determinando que no hay diferencias significativas entre los diferentes grupos analizado

6. RESULTADOS:

6.1 Validación de datos de temperatura

6.1.1 Correlación de Pearson:

El valor obtenido para el coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.865, el cual indica una asociación positiva muy fuerte entre los datos de las dos fuentes analizadas. En la Tabla 9 se presentan el valor de este coeficiente y en la Ilustración 8 su correspondiente gráfico obtenido de 34584 datos de las estaciones del INAMHI y de las imágenes de ERA 5-P, correspondientes al periodo de estudio del 05 de diciembre de 2018 hasta el 1ero de enero de 2020 cada 3 horas.

Tabla 9. Resultado Coeficiente de Correlación de Pearson

		INAMHI	ERA5P
INAMHI	Correlación de Pearson	1	,865**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	34584	34584
ERA5P	Correlación de Pearson	,865**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	34584	34584

Nota: **La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Elaboración: Autoras, 2021.

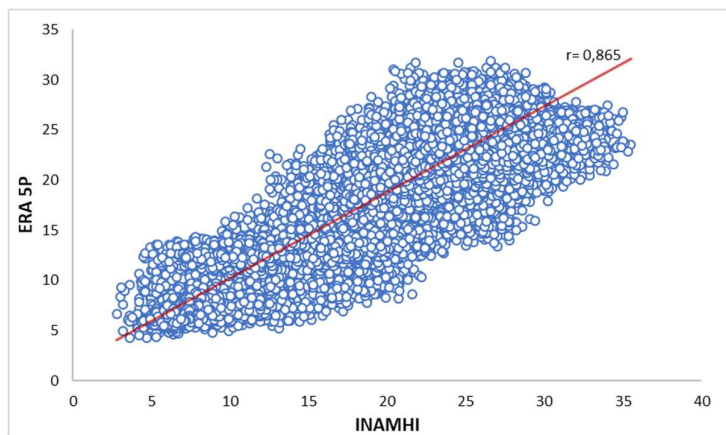


Ilustración 8. Gráfico Coeficiente de Correlación de Pearson.

Elaboración: Autoras, 2021

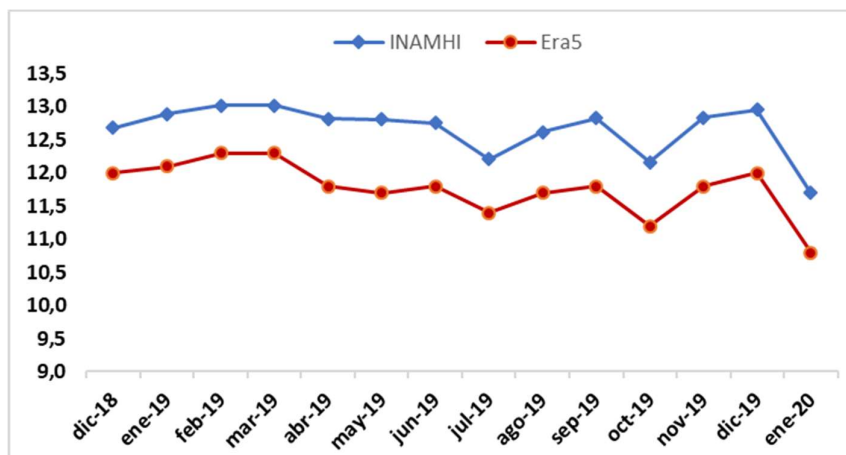


Ilustración 9. Línea de tendencia datos INAMHI y ERA 5

Elaboración: Autoras, 2021

En la Ilustración 9 se observa la dispersión de los datos respecto a la línea de tendencia, de acuerdo a este resultado, se podría decir que los datos están fuertemente asociados, sin embargo, es natural que deban estarlo debido a que son dos mediciones de la misma característica en las mismas muestras.

6.1.2 Coeficiente de Correlación Intraclass

El ICC aplicado fue el de efectos mixtos y acuerdo absoluto, con un intervalo de confianza de 95%. Se determinó el coeficiente de fiabilidad Alfa de Cronbach, con un resultado de 0.927, el cual indica una alta consistencia de los ítems Tabla 10, en la Tabla 11 se presenta el valor del ICC para medidas individuales y promedio con una magnitud de 0.855 y 0.922 respectivamente.

Tabla 10. Alfa de Cronbach para validación de temperaturas

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,927	2

Elaboración: Autoras, 2021

Tabla 11. Coeficiente de correlación intraclass para validación de datos

Medidas	Correlación intraclassb	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0		
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2
Individuales	,855a	,823	,879	13,779	34583	34583
Promedio	,922c	,903	,935	13,779	34583	34583

Elaboración: Autoras, 2021

El ICC obtenido para las medidas promedio es de 0.922, el cual indica una concordancia casi perfecta entre ambos mecanismos de medición.

6.1.3 Análisis gráfico de Bland - Altman

Se analizaron 34584 datos pareados de los valores proporcionados por las estaciones y los obtenidos mediante ERA 5, se grafican los valores de la diferencia o discordancia entre temperaturas frente a su media o promedio, la media obtenida fue de 1.0437 °C, la desviación estándar y el error estándar para los mismos datos fue de 3.5587 y 0.01914 respectivamente.

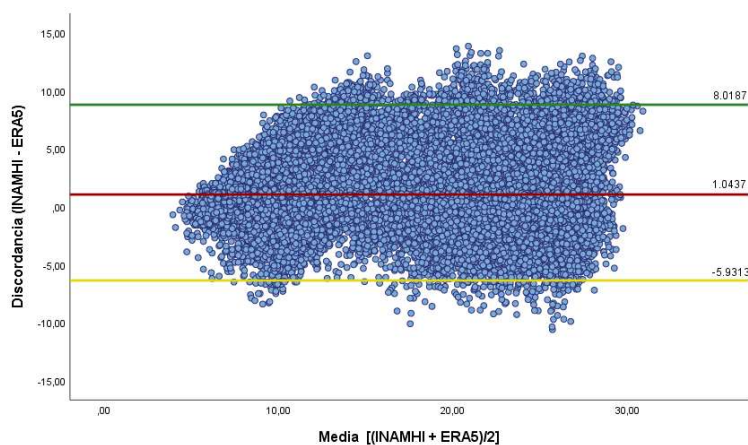
Se establecieron y graficaron los límites de concordancia respectivos mediante lo señalado en la bibliografía revisada, quedando estos de la siguiente manera:

a. Límite superior:

$$1.0437 + (1.96 * 3.5587) = 8.0187$$

b. Límite inferior:

$$1.0437 - (1.96 * 3.5587) = -5.9313$$



*Ilustración 10. Resultados análisis gráfico de Bland y Altman para validación de temperaturas
Elaboración: Autoras, 2021*

En la Ilustración 10, se observa que un 95.61% de los datos se encuentran dentro de los límites de concordancia, por lo que se establece que las diferencias encontradas entre los dos métodos no son relevantes, y que el emplear los datos de ERA 5P es factible para este estudio ya que no presenta discrepancias notables con los datos in situ proporcionados por el INAMHI.

6.2 Inversiones Térmicas en Ecuador

6.2.1 Comportamientos de las Inversiones Térmicas

Durante el período de estudio para todos los píxeles analizados se obtuvo un rango de 25 a 320 días en los cuáles se registraron ITs, la región amazónica es la región que presenta mayor frecuencia de ocurrencia de inversiones térmicas concentrando un total del 42% de las inversiones ocurridas, seguida por la región Costa con un 39% y finalmente la región Sierra con un 19%, estos datos se encuentran representados en la Ilustración 11.

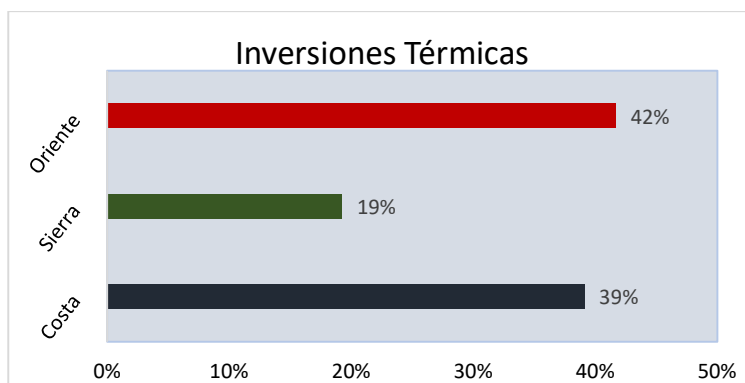


Ilustración 11. Porcentaje de IT por regiones
Elaboración: Autoras, 2021

Como se puede observar en la Ilustración 12, el fenómeno se presentó principalmente en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza, el punto que registra mayor número de IT (320), corresponde al píxel cercano a Río Corrientes en Pastaza. Mientras que en la región Costa los días de IT se encuentran en un rango de 147 a 284, con máximos en las provincias de Santa Elena y Manabí. En la región Sierra se registran menos días de IT, en un rango de 25 a 136 días, a excepción del cantón Paltas en Loja, en el cual se registraron 184 días de IT.

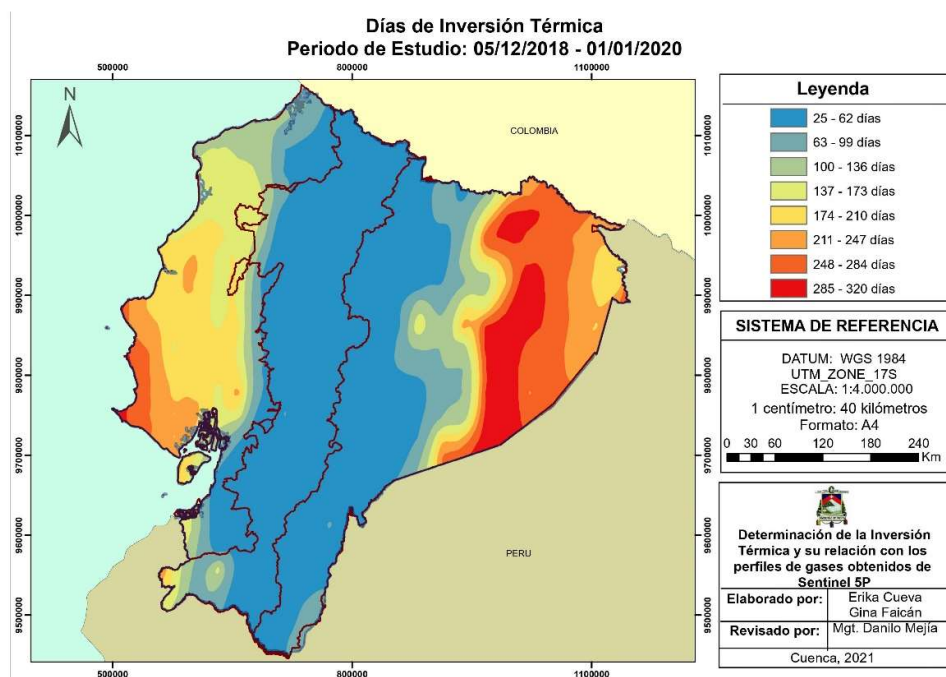
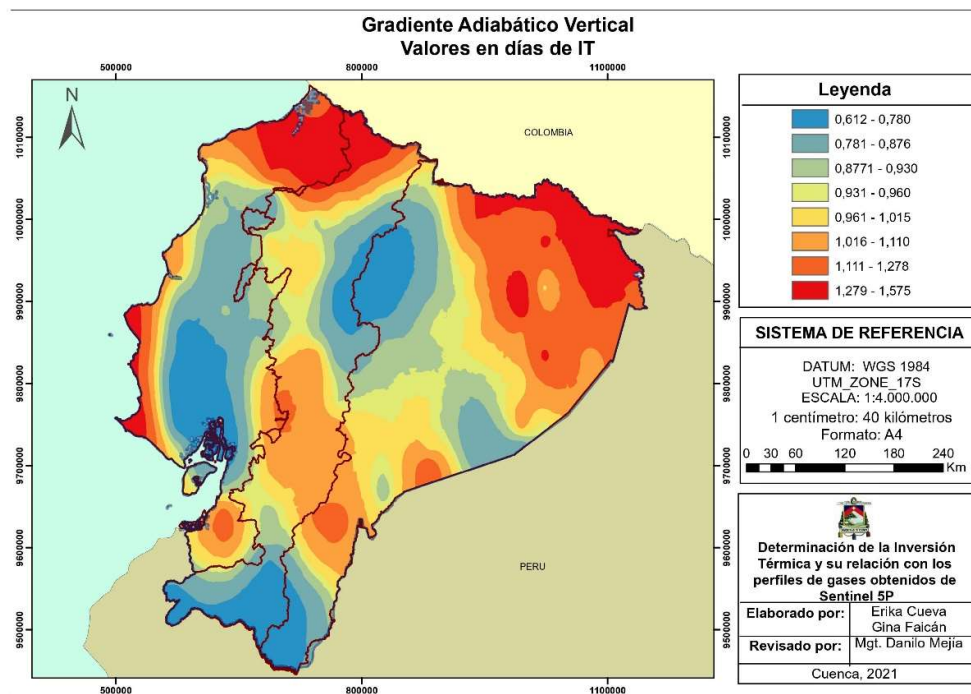


Ilustración 12. Distribución de Inversiones Térmicas en el país.
Elaboración: Autoras, 2021

El gradiente promedio para el país oscila desde 0.612 hasta 1.575 °C/km, en la región Costa las provincias que registran un valor elevado del gradiente térmico son Manabí en los cantones de Manta, Montecristi, Puerto López y Jipijapa; Santa Elena en los cantones, Santa Elena, Salinas y La Libertad; y en Esmeraldas en los cantones San Lorenzo, Río Verde, Esmeraldas y Eloy Alfaro; en la región Sierra en la provincia de Carchi en los cantones de Tulcán, Mira y Espejo, en Imbabura en los cantones San Miguel de Urcuquí y en Ibarra, En la región amazónica se registran los mayores gradientes térmicos en la provincia de Sucumbíos en los cantones de Putumayo, Lago Agrio y Cuyabeno; en Orellana en los cantones de Orellana y Aguarico; y en Pastaza en el cantón Aranjuno. La distribución de los valores del gradiente térmico se encuentra en la Ilustración 13.



*Ilustración 13. Variación del Gradiente Térmico Vertical en el país.
Elaboración: Autoras, 2021*

6.2.2 Frecuencia de Ocurrencia de Inversiones Térmicas por Regiones

Para la región Sierra, el mes con mayor presencia de inversiones térmicas fue Julio, con un 69% del total de las inversiones ocurridas en todo el año en la región, por otro lado los meses que presentaron menos inversiones térmicas fueron Diciembre, Enero, Febrero y Abril, los cuáles suman un 3.31% del totalidad de días con inversiones térmicas ocurridas. Las horas en las cuáles es más frecuente que ocurran inversiones térmicas son desde las 12:00 hasta las 18:00 UTC (7:00 a 13:00 Ec), siendo esta última la hora de ruptura en esta región.

De forma similar, para la región Costa los meses de Julio y Agosto presentaron mayor ocurrencia de Inversiones térmicas, extendiéndose hasta el mes de Septiembre sumando un 66% del total de IT, se puede apreciar en los gráficos que a partir del mes de Enero las inversiones térmicas van continuamente en aumento hasta llegar a su punto más álgido en el mes de Agosto, a partir del cual comienzan a decrecer paulatinamente, a diferencia de la región Sierra en la cual los picos de IT se ven claramente diferenciados. Las horas en las que se registra una mayor frecuencia de ocurrencia de IT para esta región al igual que en la sierra son desde las 12:00 hasta las 18:00 UTC (7:00 a 13:00 Ec), con una hora de ruptura comprendida entre las 15:00 y 18:00.

Para la región amazónica de igual manera los meses con mayor presencia de IT son julio y septiembre, con un 78% del total de IT, y las horas en las cuáles es más frecuente que ocurra una inversión térmica son desde las 6:00 hasta las 12:00 UTC (1:00 am a 7:00 am EC), siendo esta última su hora de ruptura. La distribución de inversiones térmicas mensuales se encuentra presentada en la Ilustración 14, mientras que la distribución horaria en la Ilustración 15.

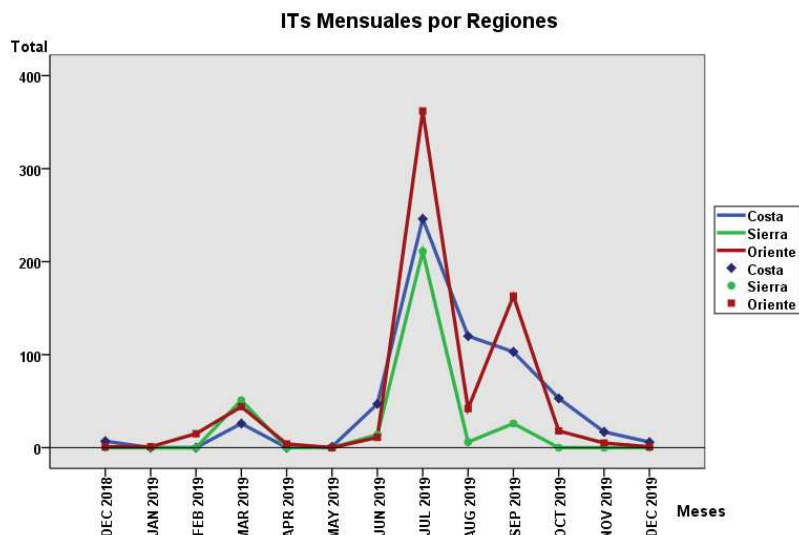


Ilustración 14. Inversiones térmicas mensuales por Regiones
Elaboración: Autoras, 2021

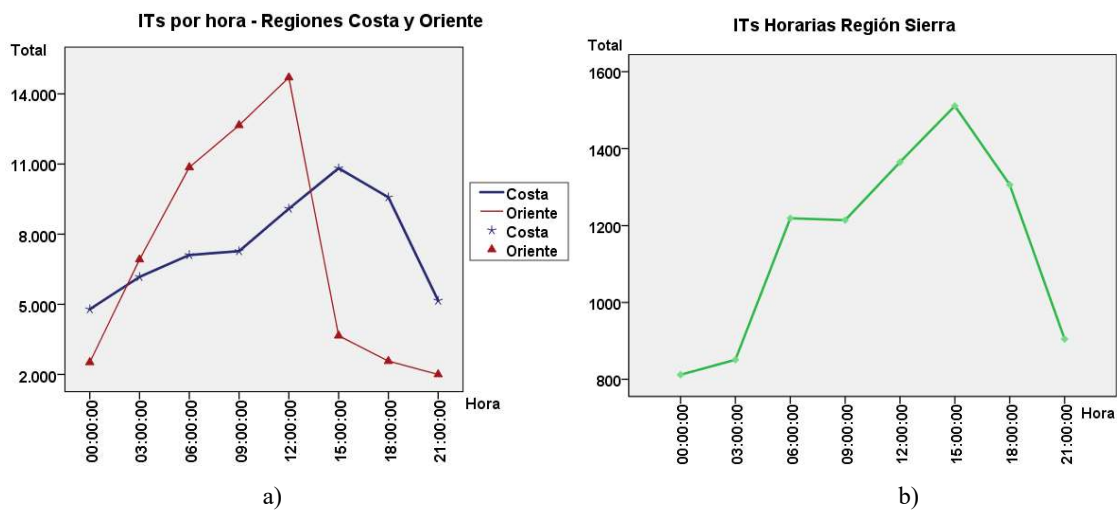


Ilustración 15. Distribución horaria de Inversiones térmicas. a) Regiones Costa y Oriente. b) Region Sierra
Elaboración: Autoras, 2021

6.2.3 Características de las Inversiones Térmicas

6.2.3.1 Tipos de IT

Se diferenciaron dos tipos de IT para cada una de las regiones continentales del país, i) Basadas en la superficie, ii) Elevadas, las primeras comprenden a las inversiones que se presentan en los primeros 3000 metros a partir de la superficie, es así que, para la región Costa y Oriente se consideran ITs hasta una altura de 3000 m (700 hPa) mientras que para la región Sierra se consideraron las ITs hasta 5500 m (505 hPa) debido a su altura media de 2500 m (Portilla, 2018). Las inversiones elevadas por su parte comprenden a todas las inversiones que se producen sobre estas alturas. En la Ilustración 16 se representan los resultados obtenidos en porcentajes para cada región.

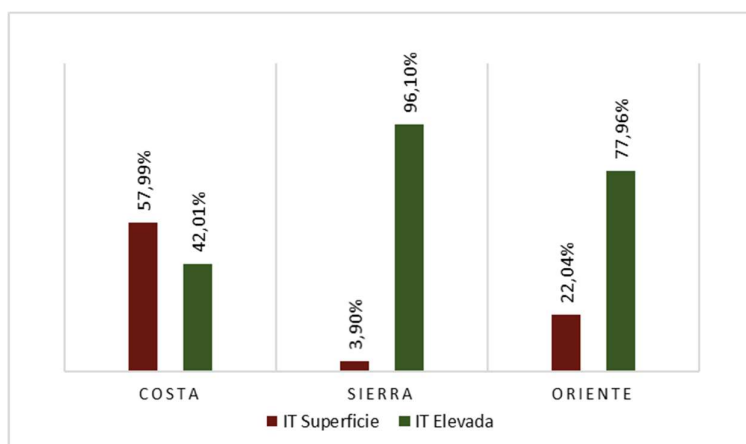


Ilustración 16. Tipos de Inversiones en cada región (%)
Elaboración: Autoras, 2021

En la región Costa sobresalen las IT's basadas en la superficie (57.99%), esto es causado por la acción del aire frío proveniente del contacto con las grandes masas de agua del mar, sin embargo, la diferencia con las IT's elevadas (42.01%) no es tan significativa como en el caso de las demás regiones. Para las regiones Sierra y Oriente predomina rotundamente las IT's Elevadas sobre las IT's de superficie, en la región Sierra las IT's elevadas presentan un 96.1% del total y para el Oriente un 77.96%.

6.2.3.2 Fuerza de la IT

La Fuerza de las ITs va a depender de la diferencia de temperatura (ΔT) entre las dos masas de aire y su magnitud va a determinar su duración, en la Ilustración 17 se visualiza los promedios de las diferencias de temperaturas mensuales en periodos de ITs para cada región.

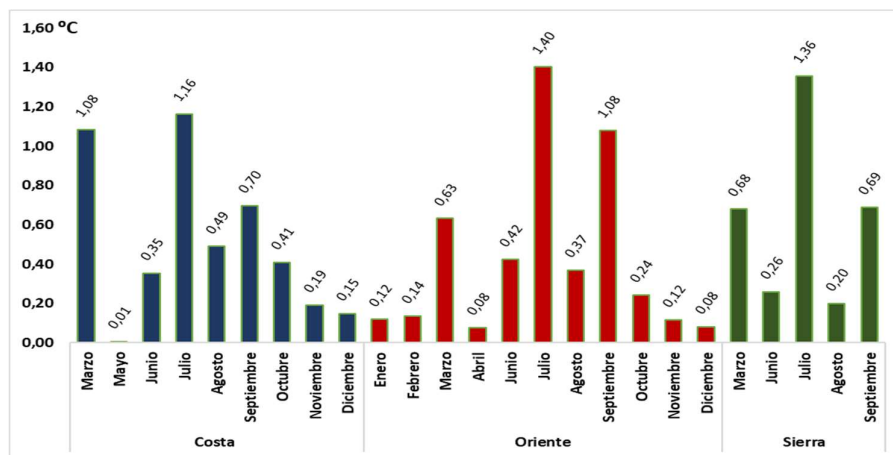


Ilustración 17. Fuerza de las IT's o Diferencia de Temperaturas promedio por regiones.

Elaboración: Autoras, 2021

El promedio general para la fuerza de las IT's a nivel nacional es de 0.98 °C, durante los meses de marzo, julio y septiembre se presentan los valores más altos de diferencia de temperaturas para las tres regiones, siendo Julio el mes en el cual la fuerza de IT's es máxima con valores de 1.16 °C para la Costa, 1.4 °C para el Oriente y 1.36 °C para la Sierra, todos los valores registrados corresponden a IT's débiles, debido a que el aumento de temperatura es menor a 2 °C.

6.2.3.3 Gradiente Térmico Vertical

La secuencia de observaciones del gradiente adiabático en episodios de IT's se representaron y analizaron mediante series de tiempo a nivel nacional y por regiones, se determinaron valores mínimos, máximos y la media aritmética para cada caso.

En el Apéndice 2.2 literal a) se puede visualizar la variación del gradiente térmico vertical durante todo el periodo de estudio para Ecuador el cuál registra una media aritmética de 1.075 °C/km; durante los primeros 6 meses de estudio (dic/2018 – mayo/2019) se presentan puntuaciones por debajo de la media, el mínimo registrado es 0.0043 °C/km en diciembre de 2019; esta situación cambia a partir del mes de junio/2019, logrando registrarse valores mayores a la media y los picos extremos como es el caso del 3 de Julio de 2019, el cual registra un valor de 3.40 °C/km, hasta el mes de noviembre/2019 en el cual el gradiente vuelve a disminuir hasta ubicarse por debajo de la media.

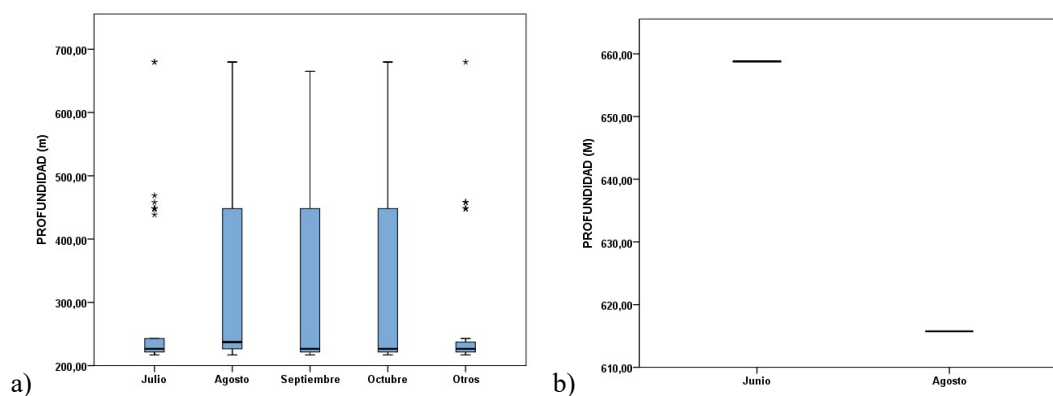
En el literal b, se muestra la serie de tiempo correspondiente a la Costa, la cual registra un promedio superior al nacional, con un valor de 1.147 °C/km, siendo superior en los meses de agosto, septiembre y octubre, el valor máximo en esta región corresponde al mencionado para la serie de tiempo nacional, se puede deducir que el comportamiento del gradiente adiabático en esta región moldea y establece los promedios generales para el país.

En el literal c, se divide la serie de tiempo para la región Sierra, para esta región la media aritmética fue de $0.91\text{ }^{\circ}\text{C/km}$, aunque no se puede visualizar una tendencia clara de los datos, el mes de Julio/2019 es el único que registra valores ubicados sobre la media, el valor máximo obtenido fue 1.379°C/km , mientras que el valor mínimo se registró durante el mes de agosto/2019 ($0.0384\text{ }^{\circ}\text{C/km}$).

En el literal d, se presenta la tendencia del gradiente adiabático para el Oriente, para esta región se obtuvo un promedio de $1.08\text{ }^{\circ}\text{C/km}$, los meses que obtuvieron valores promedios superiores al mencionado fueron junio, julio, agosto y septiembre, los valores más altos registrados se produjeron el mes de septiembre/2019 con un máximo de $5.08\text{ }^{\circ}\text{C/km}$. En los demás meses se registraron valores menores a la media, se obtuvo un mínimo de $0.0028\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ en octubre/2019, sin embargo, como se observa en la serie de tiempo varios de estos meses tuvieron ciertos picos que sobrepasaron la media pero que no lograron cambiar el valor mensual.

6.2.3.4 Profundidad de la Inversión

A continuación, se representan en forma gráfica las distribuciones mensuales de la profundidad de inversión, los cuales fueron analizados mediante cuartiles y se ilustran mediante box plots, los meses con datos inferiores al 5% del total se agrupan e ilustran conjuntamente.



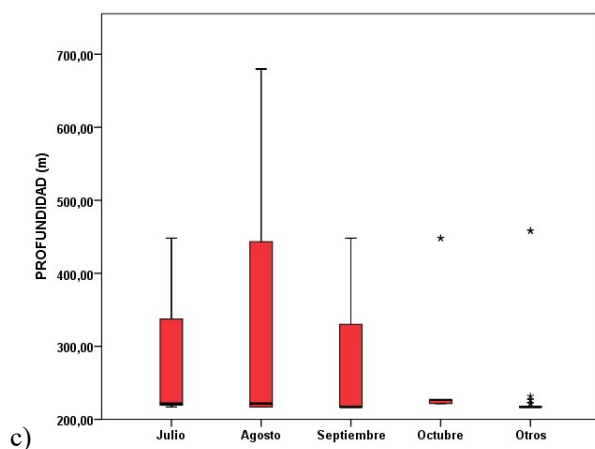


Ilustración 18. Profundidad de inversiones basadas en superficie. a) Región Costa, b) Región Sierra, c) Región Oriente
Elaborado por: Autoras, 2021

La Ilustración 18 literal (a) correspondiente a la región Costa muestra los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, a excepción de julio, en los meses mencionados las puntuaciones de profundidad tienen una amplia dispersión y variabilidad generando un rango intercuartílico de 226.53 m, la mediana se ubica en 231.68m. Para el resto de meses se puede observar que, aunque la profundidad media tiende a mantenerse en el mismo nivel, la dispersión de datos es mucho más limitado, es decir las profundidades se encuentran muy cercanas al valor central, sin embargo, también se presentan valores extremos.

Para la región Sierra, como muestra el literal b, la dispersión de los datos de profundidad es muy limitada, para los meses analizados la profundidad presenta valores únicos, para junio 658.79 m y para agosto 615.73 m. En el literal c, se visualiza los datos registrados en julio, agosto, septiembre y octubre en el Oriente; durante los tres primeros meses se observa una amplia dispersión de los datos, siendo predominante durante el mes de agosto, sus datos centrales se encuentran distribuidos entre los 458 y 216 m con un RIQ de ~ 242 m; para los meses de julio y septiembre el RIQ registrado es de ~ 120 m, durante el mes de octubre los datos se encuentran mucho menos dispersos, sin embargo se puede observar que para los datos de la Costa y Oriente, a pesar de la variabilidad de dispersión de datos, los valores de las profundidades medias tienen muy poca variación.

En el caso de las IT Elevadas se registraron datos únicos de profundidad, debido a que se presentaron los mismos niveles de presión para todas las regiones, el valor de profundidad de estas inversiones fue de 1237.497 m, ver Ilustración 19.

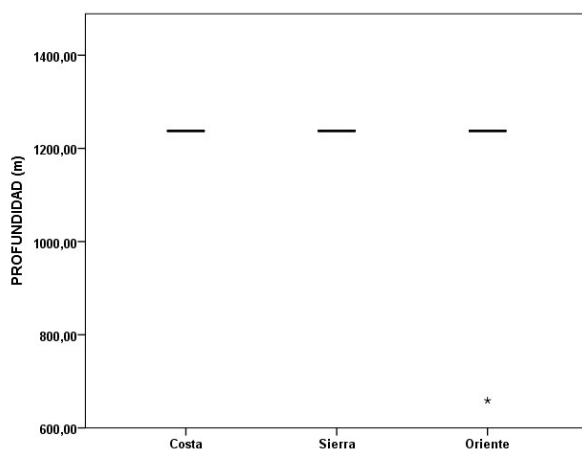


Ilustración 19. Profundidad de inversiones elevadas por región.
Elaborado por: Autoras, 2021

6.3 Comportamiento de Contaminantes en períodos de IT

El comportamiento de los gases fue analizado mediante las imágenes satelitales obtenidas de Sentinel-5P y los programas R Studio y ArcMap 10.8, en primera instancia fueron seleccionadas las imágenes de los días que presentaron IT en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, posteriormente mediante el programa R Studio se extrajeron los datos de concentraciones de gases en mol/m^2 .

Las imágenes fueron procesadas en ArcMap 10.8 generando un promedio mensual para cada contaminante y sus concentraciones quedaron expresados en $\mu\text{mol/m}^2$ y mol/m^2 . Obteniendo como resultados para cada contaminante los siguientes datos:

La contaminación del aire en Ecuador mostró evidentes características en los meses donde se presentaron los episodios de IT's. En la Tabla 12, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes analizados para cada gas, se extrajeron sus concentraciones medias en los meses de mayor incidencia de IT's, además se identificó las concentraciones máximas con su fecha y zona de ocurrencia y las concentraciones mínimas registradas. En la Ilustración 20 se puede observar los mapas temáticos con las concentraciones medias de cada mes registradas por el satélite Sentinel-5P para cada uno de los gases.

Tabla 12. Concentración de gases media mensual

Año	Mes	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Ozono (O ₃)	Formaldehído (HCHO)
2018	Diciembre	-22,204	15,389	33098,737	115965,509	121,041
	Enero		5,690	23396,390		50,890
	Febrero	-68,274	11,024	45040,549	115425,872	228,348
	Marzo	12,468	12,602	37410,404	115703,980	113,096
	Abril	-59,750	8,318	43539,743	116090,775	153,840
	Mayo	-230,070	6,920	30163,680	113682,230	27,890
	Junio	-38,499	7,585	26831,452	113351,800	53,623
2019	Julio	1,979	9,370	26368,114	115134,351	63,577
	Agosto	7,382	14,108	41644,622	119315,725	119,138
	Septiembre	41,067	12,105	37198,122	117739,417	134,208
	Octubre	115,688	11,195	36037,392	115542,746	109,243
	Noviembre	24,642	9,945	30118,572	110868,686	98,971
	Diciembre	61,449	12,254	32384,767	108920,714	113,847
	Máximo	1008,49	51,08	71672,92	123375,76	420,58
	Mínimo	0,03	0,21	16925,87	106917,85	0,18
Media General		14,303	10,651	30856,408	115941,380	94,400

Nota: Concentraciones expresadas en $\mu\text{mol}/\text{m}^2$
Elaborado por: Autoras, 2021

El mes que presenta mayor concentración de SO₂ es octubre, con un promedio de 115.69 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (7411.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dentro de este mes también se encuentra el día con mayor concentración registrado el 31 de octubre con un valor de 1008.49 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (64609.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y se encuentra ubicado en la zona costera de Manabí (-80.8099976, -1). En la Ilustración 20 se muestra la distribución espacial de este gas en el país, en el mes de julio se observa una distribución bastante uniforme, sin embargo, se puede observar cierta acumulación del gas en la zona costera, principalmente en Guayas y Esmeraldas, y en la Sierra en Chimborazo, Pichincha e Imbabura, para los siguientes meses se observa un comportamiento bastante similar sobresaliendo la concentración de este gas en las provincias de Guayas y Chimborazo. se puede observar valores negativos en las concentraciones de este gas y esto es debido a que, para su metodología usada para su detección, estos valores representan la ausencia de contaminación o una atmósfera limpia y se recomienda no ser filtrados a menos de que se presentan valores menores a -0.0001 mol/m^2 .

Para el NO₂ el mes con mayor concentración fue diciembre de 2018, seguido de agosto con valores de 15.39 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (709.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y 14.10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (645.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) respectivamente, sin embargo, el día que presentó mayor contaminación por este gas fue el 20 de septiembre de 2019 con un valor de 51.08 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (2354.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), esta concentración fue registrada en la provincia de Orellana (-77.0599976, -0.75). El comportamiento de este gas es similar en los meses analizados, sus concentraciones son claramente más altas en la provincia del Guayas y Pichincha, sin embargo, al transcurrir el periodo de

estudio se puede notar que este gas se dispersa hacia las zonas contiguas a estos puntos.

El CO tiene una distribución uniforme para las regiones Costa y Oriente, sobre todo en sus zonas Centro y Norte, para la Sierra las concentraciones de este gas disminuyen notablemente a lo largo de la región. El CO alcanzó su concentración más alta durante el mes de febrero, seguido por el mes de abril con concentraciones de 45040.55 (1.26 g/m²) y 43539.74 $\mu\text{mol/m}^2$ (1.22g/m²) respectivamente, sin embargo, su pico más alto durante el periodo de estudio estuvo registrado el 22 de agosto con un valor de 71672.92 $\mu\text{mol/m}^2$ (2.01 g/m²) ubicado en Pastaza.

El Ozono se comporta de manera similar al CO, sus concentraciones son altas en las regiones Costa y Oriente Centro - Norte, sin embargo, para los meses de septiembre y octubre la cantidad de este gas disminuye paulatinamente en las provincias de Esmeraldas y Manabí. Las concentraciones máximas de este gas se registraron en los meses de agosto con un promedio de 119315.72 $\mu\text{mol/m}^2$ (5.72 g/m²) y septiembre con un promedio de 117739.42 $\mu\text{mol/m}^2$ (5.65 g/m²), el día que registró el valor máximo de concentración de este contaminante fue el 27 de agosto con un valor de 123375.76 $\mu\text{mol/m}^2$ (5.92 g/m²) en la zona costera de Manabí.

Finalmente, en el caso del HCHO los meses de febrero y abril fueron los que presentaron mayor concentración de este gas con 228.34 $\mu\text{mol/m}^2$ (6857.28 $\mu\text{g/m}^2$) y 153.84 $\mu\text{mol/m}^2$ (4619.97 $\mu\text{g/m}^2$) cada uno, sin embargo, el día con mayor concentración de este contaminante se encuentra en el mes de septiembre, el día 19 con un valor de 420.58 $\mu\text{mol/m}^2$ (12630.44 $\mu\text{g/m}^2$) en la provincia de Orellana (-76.3099976, -1), la distribución de este gas en el país no muestra un comportamiento marcado, se puede observar que las altas concentraciones predominan en la parte Este de toda la región Costa, para la región Oriental se mantienen concentraciones promedios, mientras que para la región Sierra se puede observar ciertos puntos de concentraciones altas a lo largo de todo el callejón Interandino.

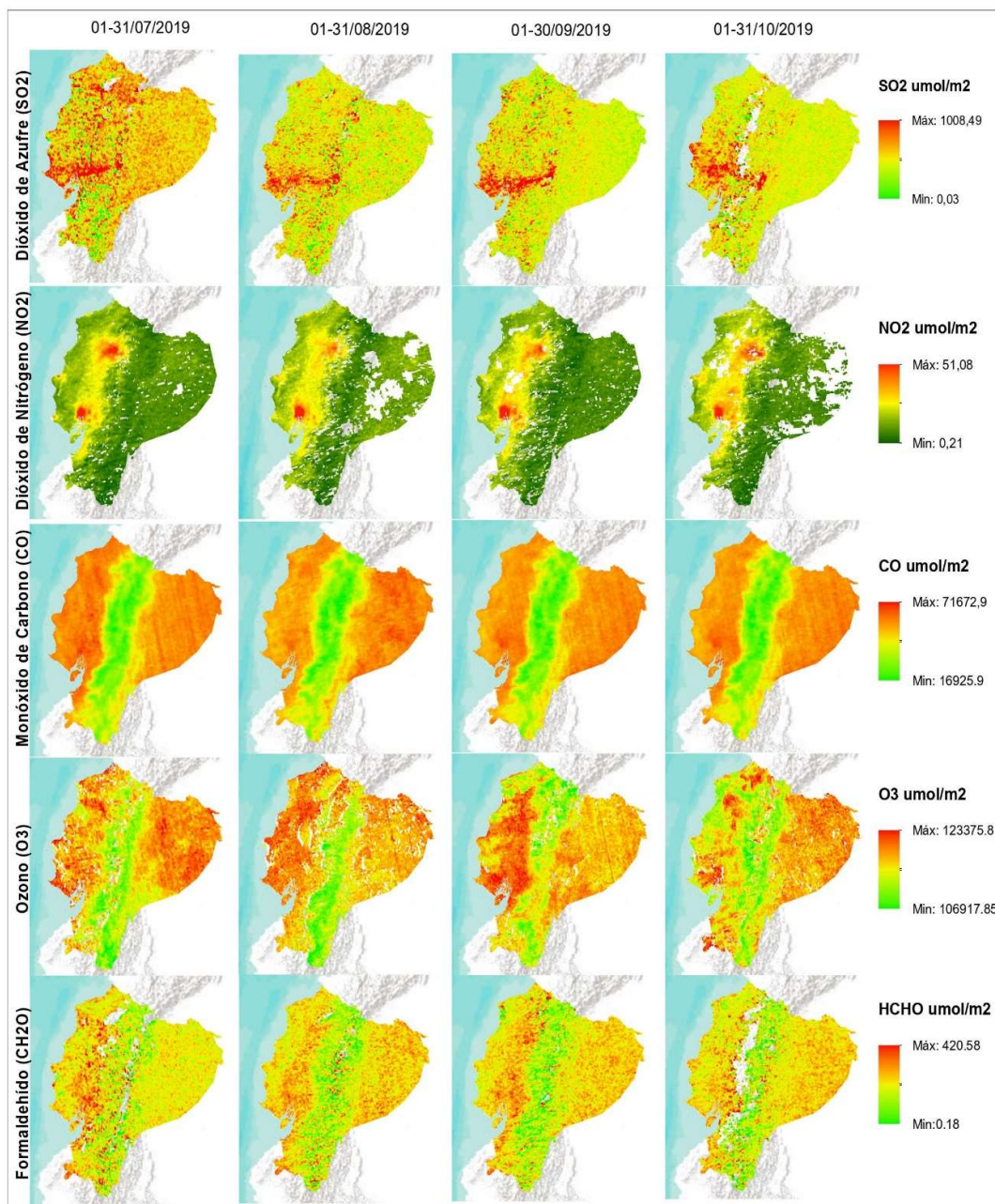


Ilustración 20. Distribución de gases en el país durante los meses con mayor incidencia de IT's
Elaborado por: Autoras, 2021

6.4 Análisis de Datos de Contaminantes

6.4.1 Pruebas de normalidad de los datos

Se realizaron los análisis de normalidad a los datos de contaminantes NO₂, SO₂, O₃, HCHO, y CO, calculando asimetría, curtosis y la prueba de normalidad Anderson Darling, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Prueba de normalidad de los datos

Variable	Asimetría	Curtosis	Prueba de normalidad
SO ₂	3,63	22,1	<0,005
CO	0,20	-0.10	0.006
HCHO	0,96	1.61	<0.005
O ₃	-0.21	1.48	<0.005
NO ₂	1.07	2,18	<0.005

Elaborado por: Autoras, 2021

En la Tabla 13, se puede observar que los grupos de contaminantes no cumplen con una distribución normal, ya que tanto la prueba de Asimetría como Curtosis que deberían estar en un rango de -1 a 1 para cumplir con el criterio de normalidad (Mardia, 2020), no se encuentran en esos rangos a excepción del CO cuyos datos si cumplen la prueba de normalidad con valor de asimetría de 0,20 , curtosis de -0.10 y además la prueba de Anderson Darling arrojo un p-value mayor a su significancia de 0.006 por lo que se concluimos que tienen una distribución normal por lo que ya no es necesario realizarle la prueba de transformación a datos normales de Box Cox.

6.4.2 Transformación de datos mediante Box Cox

Todos los contaminantes excepto CO no cumplen con los criterios de normalidad, por lo que se realizó la transformación de Box Cox a estos grupos no normales SO₂, HCHO, O₃, NO₂, los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Prueba de Normalidad de datos transformados

Variable	Asimetría	Curtosis	Prueba de normalidad
SO ₂	-0.11	0.22	0.610
HCHO	0,96	1.61	0.005
O ₃	-0.10	-0.17	0.193
NO ₂	-0.43	0.98	0.040

Elaborado por: Autoras, 2021

La Tabla 14 muestra que en los grupos de contaminantes hubo gran mejoría luego de la transformación de los datos, ya que todos se ajustaron a una distribución normal con Asimetría y Curtosis entre valores de -1 a 1 para cada uno de los contaminantes y pruebas de normalidad con p-value mayor al valor de significancia de 0.005. Con los datos transformados de SO₂, NO₂, O₃ y HCHO tuvimos el cumplimiento de parámetros de normalidad y CO que ya cumplía con normalidad, por lo que se procedió a correlacionar dichos datos con los periodos de inversión térmica.

6.5 Correlación de Periodos de IT y concentración de Contaminantes

6.5.1 Análisis de relación entre contaminantes y periodos de inversión térmica

La Tabla 15, muestra las estadísticas descriptivas de nuestro conjunto de datos los cuales cuentan con un número total de 411 datos tanto para periodos de inversión térmica como contaminantes para el análisis de correlación, la Tabla 15 muestra el valor medio para los datos de inversión térmica durante nuestro periodo de estudio Diciembre 2018- Enero 2019, fue de 1.34 °C/km, la inversión térmica llega a un máximo de 5,6 °C/km siendo un valor relativamente sustancial, se observa que los valores de los contaminantes las medias son bajas para los cinco contaminantes analizados .

Tabla 15. Estadísticas descriptivas del conjunto de datos.

Variable	Descripción de Datos				
	N	Media	SD	Mínimo	Máximo
IT (°C/km)	411	1,3386	0,9884	0,0029	5,5801
SO ₂ (mol/m ²)	411	0,19887	0,03826	0,05815	0,32312
CO (mol/m ²)	411	0,032875	0,006617	0,016926	0,051283
HCHO (mol/m ²)	411	0,009669	0,002251	0,006617	0,016926
O ₃ (mol/m ²)	411	0,013673	0,000584	0,011431	0,015222
NO ₂ (mol/m ²)	411	0,062996	0,008712	0,024369	0,087724

Elaborado por: Autoras, 2021

Se evaluó las interacciones entre periodos de inversión térmica y concentraciones de contaminantes atmosféricos en el Ecuador, para poder tener patrones claros agrupamos los datos de IT en grupos de intervalos de 0.56 °C/Km lo que resultó en 10 grupos siendo el nivel mínimo 0.56 °C/Km y el nivel máximo fue 5.68 °C/Km, se calcularon los valores mínimos y máximos de SO₂, NO₂, CO, O₃, HCHO, que correspondían a cada grupo de IT , donde determinamos el R² de cada interacción como resultado se obtuvieron interacciones potenciales de IT con los contaminantes del aire considerados, en nuestra investigación se encontraron relaciones fuertes de IT con HCHO (R²= 0.763) así mismo con SO₂ (R²= 0.680), también encontramos relaciones moderadas entre IT y O₃ (R= 0.570) , de la misma manera

con CO ($R^2 = 0.577$), se encontró una débil relación entre IT y NO_2 ($R^2 = 0.262$) como se observó en la Tabla 16.

Tabla 16. Relación entre IT y las concentraciones de contaminantes del aire

IT (°C/Km)											Correlaciones
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	
	$0 \leq \text{IT}$	$0.56 \leq \text{IT}$	$1.12 \leq \text{IT}$	$1.68 \leq \text{IT}$	$2.24 \leq \text{IT}$	$2.80 \leq \text{IT}$	$3.36 \leq \text{IT}$	$3.92 \leq \text{IT}$	$4.48 \leq \text{IT}$	$5.04 \leq \text{IT}$	
	<0.56	<1.12	<1.68	<2.24	<2.80	<3.36	<3.92	<4.48	<5.04	<5.60	
SO_2	0.2068	0.20025	0.19581	0.18696	0.18778	0.2061	0.2071	0.2400	0.2284	0.2236	0,680
(mol/m ²) ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.04112	0.03496	0.0355	0.03817	0.03335	0.0507	0.0483	0.0188	0.0342	0.0258	
CO	0.034104	0.032882	0.030402	0.031737	0.033748	0.03896	0.03966	0.034937	0.03537	0.035689	0,577
(mol/m ²) ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.005837	0.007278	0.006567	0.006059	0.005856	0.00536	0.00524	0.001664	0.00505	0.001666	
HCHO	0.009918	0.009707	0.009105	0.009445	0.010045	0.010433	0.01086	0.010385	0.010712	0.010605	0,763
(mol/m ²) ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.002059	0.002776	0.002455	0.001946	0.001355	0.001417	0.001026	0.000842	0.000118	0.000822	
O ₃	0.013478	0.013577	0.013537	0.01389	0.014032	0.014232	0.014505	0.01387	0.013538	0.014432	0,570
(mol/m ²) ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.000638	0.000519	0.000486	0.000447	0.000516	0.000449	0.000472	0.000353	0.001123	0.000355	
NO ₂	0.066664	0.06264	0.061214	0.0592	0.062845	0.06483	0.06555	0.06604	0.06387	0.06444	0,262
(mol/m ²) ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.008136	0.01052	0.008772	0.0073	0.005455	0.00381	0.00405	0.008	0.01012	0.00572	

Elaborado por: Autoras, 2020

6.5.2 Incidencias de las características en la relación de IT y contaminantes.

Existen diferencias potenciales en periodos de IT y contaminación del aire entre las diferentes regiones del Ecuador dado presentan climas diversos, para determinar de manera representativa se realizó un promedio de cada variable en cada píxel perteneciente a cada región durante el periodo de estudio, obteniendo un valor promedio por píxel donde se presentaban los periodos de IT, luego se realizó un análisis detallado para conocer la relación entre IT y contaminación del aire, considerando la Costa, Sierra y Oriente, como se puede observar en la Tabla 17, los valores medios de periodos de IT y los contaminantes del aire generalmente difieren de una región a otra, en la Costa el valor medio es de 1.0109 °C/km, en el Oriente de 1.6570 °C/km y en la Sierra un valor menor que las dos regiones antes mencionadas de 0.8437 °C/km, estas diferencias también fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$), de manera similar, las concentraciones medias de SO_2 , CO, HCHO, O₃, y NO_2 variaron entre la región Costa, Sierra, y Oriente, estas diferencias medias también fueron estadísticamente significativas (valor $p < 0,05$) para todas las concentraciones de contaminantes excepto HCHO.

Tabla 17. Diferencias medias en IT y contaminantes del aire entre regiones

	Costa		Sierra		Oriente		Anova-test	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	F	P
IT (°C/km)	1,0109	0,4687	0,8437	0,3716	1,6570	0,5625	39,04	0,000
SO ₂ (mol/m ²)	0,20232	0,02150	0,18980	0,02203	0,17049	0,02598	22,30	0,000
CO (mol/m ²)	0,034323	0,005568	0,02621	0,00651	0,029382	0,004385	22,26	0,000
HCHO (mol/m ²)	0,009562	0,002056	0,008089	0,002711	0,009069	0,001892	4,56	0,012
O ₃ (mol/m ²)	0,013655	0,000292	0,013295	0,000277	0,013566	0,000269	18,15	0,000
NO ₂ (mol/m ²)	0,066732	0,006004	0,06214	0,00962	0,053124	0,005560	47,69	0,000

Elaborado por: Autor, 2021

Por las diferencias que existieron también se realizó un análisis de correlación de Pearson entre IT y contaminantes del aire por regiones, en la Tabla 18 se puede observar relaciones muy débiles de la costa con SO₂ (R²= 0.0667), CO(R²= 0.0659), HCHO (R²=0.0007), O₃ (R²=0.0228), y una relación débil con NO₂ (R²= 0.3541), en la Sierra de igual manera existen relaciones muy débiles con los contaminantes SO₂ (R²= 0.0451), CO (R²= 0.1105), HCHO (R²= 0.0196), O₃ (R²= 0.1128), NO₂ (R²= 0.0292) , y el Oriente igual presenta relaciones muy débiles con SO₂ (R²= 0.0121), CO(R²= 0.1311), HCHO(R²=0.0011), O₃ (R²= 0.2638), NO₂ (R²= 0.1476), esto puede atribuirse a los diferentes climas que se presentan en cada región.

Tabla 18. Correlaciones de Pearson entre IT y contaminantes del aire entre regiones

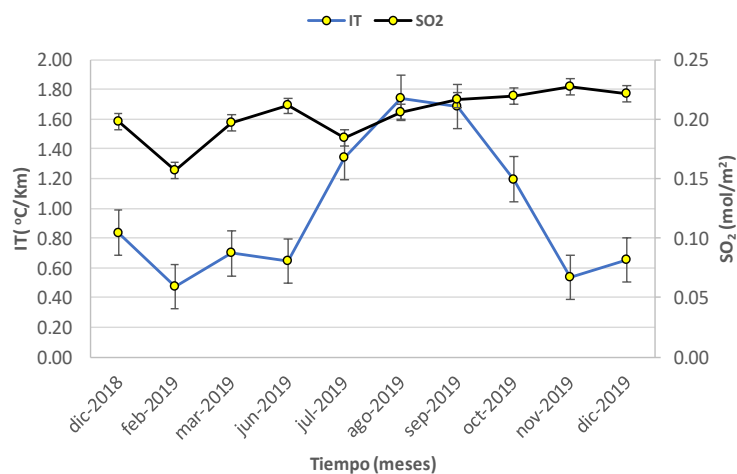
Variables	Región		
	Costa	Sierra	Oriente
	R ²	R ²	R ²
SO ₂ (mol/m ²)	0.0667	0.0451	0.0121
CO (mol/m ²)	0.0659	0.1105	0.1311
HCHO (mol/m ²)	0.0007	0.0196	0.0011
O ₃ (mol/m ²)	0.0228	0.1128	0.2638
NO ₂ (mol/m ²)	0.3541	0.0292	0.1476

Elaborado por: Autoras, 2021

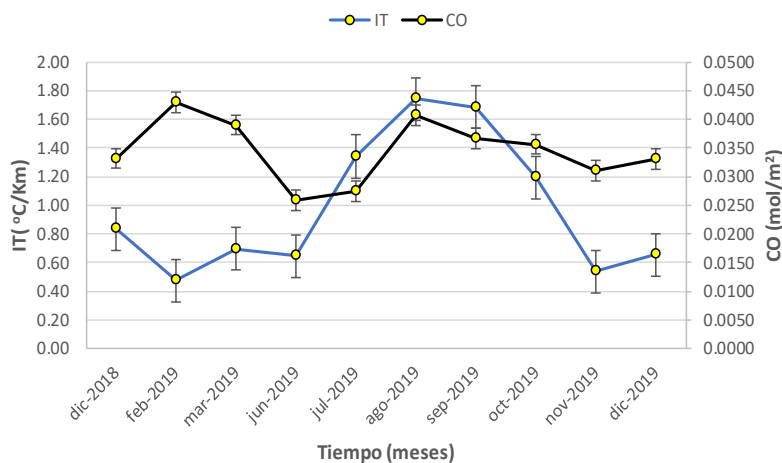
6.5.3 Periodos mensuales de IT y distribución de contaminantes.

Se analizó el comportamiento mensual de la inversión térmica con cada uno de los contaminantes, la Ilustración 21 muestra la tendencias de la IT y concentración de contaminantes atmosféricos en Ecuador continental durante el periodo de estudio, el gradiente térmico (°C/km) más alto se observó en el mes de agosto (M= 1.74 °C/km) , mientras que el gradiente mensual medio más bajo se observó en febrero (M = 0.48 °C/km) .Generalmente, se puede observar que el gradiente térmico fue relativamente más alto durante los meses de julio, agosto y septiembre, mientras que en los otros meses se mantuvo bajo, este comportamiento puede explicarse debido a las condiciones meteorológicas existentes en cada mes.

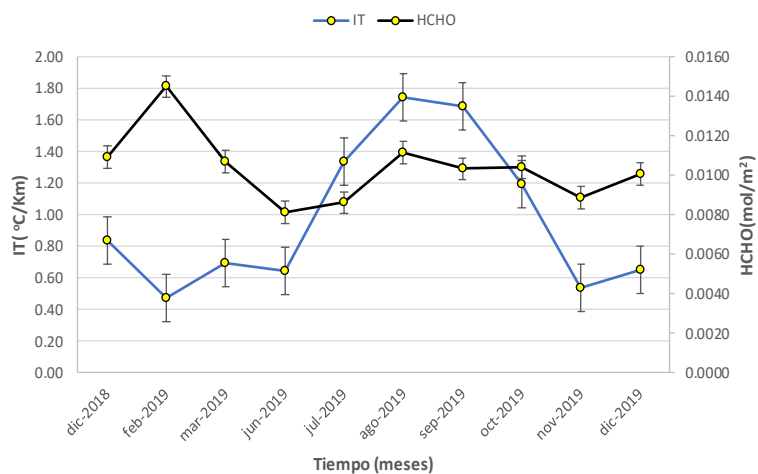
En lo que respecta al SO_2 , se observó valores altos en el mes noviembre ($M = 0.23 \text{ mol/m}^2$) así mismo valores más bajos se observan en el mes de febrero ($M = 0.16 \text{ mol/m}^2$), se observaron patrones similares en la distribución mensual de CO y HCHO donde los valor medios más alto fueron en el mes de febrero ($M = 0.0430 \text{ mol/m}^2$) y ($M = 0.0145 \text{ mol/m}^2$) respectivamente así mismo los valores más bajos de estos dos contaminantes se encontraron en el mes de junio ($M = 0.0259 \text{ mol/m}^2$) y ($M = 0.0081 \text{ mol/m}^2$) respectivamente, el NO_2 y O_3 tuvieron su valor medio más alto en el mes de agosto ($M = 0.068395 \text{ mol/m}^2$) y ($M = 0.01446 \text{ mol/m}^2$) respectivamente, sin embargo su valor mínimo vario para NO_2 en el mes de febrero ($M = 0.05753 \text{ mol/m}^2$), y el O_3 tuvo su valor medio más bajo en el mes de diciembre 2019 ($M = 0.01176 \text{ mol/m}^2$).



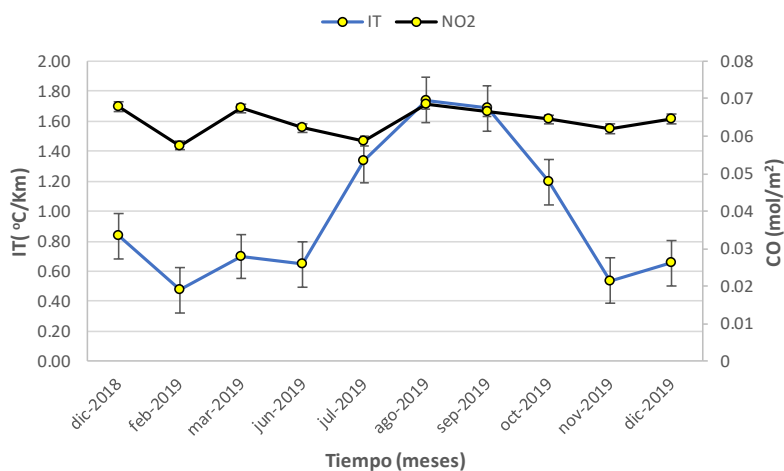
a)



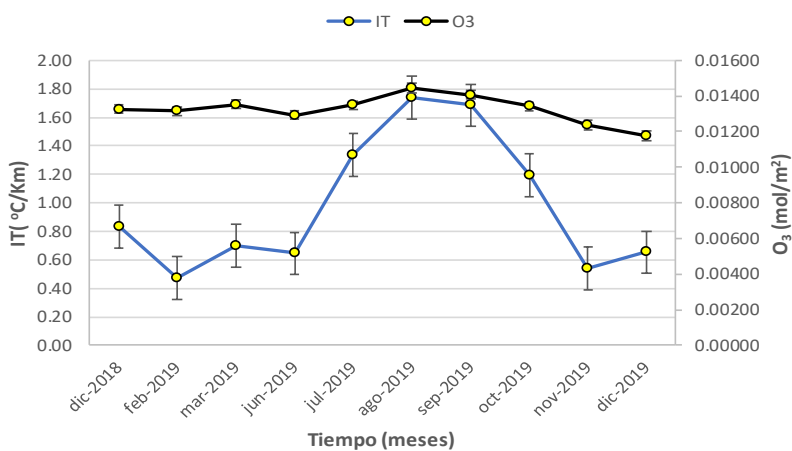
b)



c)



d)



e)

Ilustración 21. Tendencias mensuales entre IT y contaminantes del aire (a) SO_2 (b) CO (c) HCHO (d) NO_2 (e) O_3
Elaborado por: Autoras, 2021

7. DISCUSIONES

7.1 *Análisis de relación entre contaminantes y periodos de inversión térmica*

Generalmente los resultados muestran que las IT en Ecuador están altamente relacionadas con los contaminantes del aire, pero la fuerza de estas relaciones depende y varía según el tipo de contaminante, de acuerdo a los resultados expresados en la Tabla 16, los coeficientes de Pearson entre SO₂, CO, NO₂, fueron de 0.68, 0.58, 0.57, y 0.26 respectivamente, dicha relación se encuentra cercana para SO₂, y CO excepto para O₃, y NO₂ a un estudio realizado por (Ngarambe et al., 2021), quienes evaluaron la relación de contaminantes del aire y periodos de IT's, en la ciudad de Seúl - Corea del Sur determinaron que la relación existente entre estas variables para SO₂, CO, O₃, y NO₂ obteniendo coeficientes de correlación de Pearson de 0.78, 0.44, -0.73 y 0.56 respectivamente, discutiendo cada contaminante el SO₂ presenta una relación fuerte con el gradiente de temperatura de 0.62 valores similares se encontraron en un estudio realizado en el norte de Polonia en Triciudad donde concluyeron que un aumento en el espesor de las capas de inversión, tanto superficiales como elevadas, resultó en una mayor concentración de SO₂ encontrando así una fuerte correlación entre este contaminante y el fenómeno de IT (Czarnecka et al., 2016), con respecto al CO nuestros resultados muestran una relación moderada de 0,58 con el fenómeno de IT el CO puede acumularse en el aire cerca del suelo y quedar atrapado verticalmente, por inversiones de temperatura de baja troposfera según lo menciona el artículo (Transportation Research Board & National Research Council, 2002), esta relación moderada que presenta nuestro resultado es consistente con un estudio realizado en Escandinavia (Devasthale & Thomas, 2012) donde se observaron relaciones débiles de CO y periodos de inversión debido a la prevalencia de fuertes vientos que ocasionaron la ruptura de la capa de inversión, en nuestro estudio el formaldehído (HCHO) encontró una relación super fuerte con los periodos de IT de 0,76 esta fuerte relación puede darse debido a altas cantidades de formaldehído (HCHO) debido a la fotooxidación atmosférica (De Smedt et al., 2015; De Smedt et al., 2018), los resultados muestran una estrecha relación con el estudio (Stavrakou et al., 2018), donde encontraron una correlación de $r = 0,86$ entre el HCHO y el incremento de temperatura, evidenciando un aumento de dicho contaminante en los climas más cálidos y soleados lo que favorece la oxidación del metano por OH que prevalecen en verano ocasionando la mayor formación y concentración de HCHO. Con respecto al O₃ los resultados mostraron igualmente una relación moderada de $r = 0,57$ estudios han demostrado que el ozono puede acumularse cuando hay altas temperaturas, que aumentan la tasa de formación de ozono (National Research Council, 1991), esta relación moderada puede explicarse de acuerdo a un estudio realizado en la costa oeste en bahía de San Francisco donde concluyeron que la existencia de una inversión de temperatura no conduce necesariamente a una alta concentración de ozono, ya que la tasa de destrucción puede ser alta en una capa de mezcla poco profunda (Miller & Ahrens, 1970), finalmente los resultados respecto al NO₂

muestran una relación débil de este contaminante con los periodos de IT cuyo coeficiente de correlación es $r=0.26$, este resultado es similar al estudio realizado en Canadá (Wallace & Kanaroglou, 2009) donde analizaron el efecto de las inversiones de temperatura sobre el dióxido de nitrógeno a nivel del suelo (NO_2), determinando como resultado concentraciones bajas de NO_2 en los días de inversión dado que el NO_2 tiene una vida útil relativamente corta y las reacciones en fase gaseosa que involucran al NO_2 ocurren rápidamente, generalmente en minutos u horas, además durante el día, en el presencia de luz solar, el NO_2 se consume en reacciones fotoquímicas que forman ozono a nivel del suelo (O_3), nitratos de peroxiacetilo ($\text{CH}_3\text{CO} - \text{OO} - \text{NO}_2$), y ácido nítrico (HNO_3), y rápida deposición seca de HNO_3 (Brook et al., 1996), también se encontraron resultados similares del coeficiente de relación en un estudio realizado por (Singh, 2016) donde determinaron la incidencia de la inversión de temperatura y su impacto en la calidad del aire en la ciudad de Delhi, encontrando una relación débil $r=0,249$ de NO_2 con los periodos de IT donde concluyeron que esto es debido al ciclo de reacciones fotoquímicas que involucran NO_2 lo cual ayuda a mantener niveles relativamente bajos durante el día de este contaminante.

7.2 *Incidencia de las características regionales en la relación de IT y contaminantes.*

Los resultados mostrados en la Tabla 18, arrojan relaciones muy débiles de cada contaminante analizado con los periodos de inversión térmica tanto para la Costa, Sierra y Oriente estos resultados se justifican ya que cada región posee zonas climáticas y condiciones topográficas diferentes, además los puntos de análisis se encuentran en puntos determinados de cada zona por lo que la variación climática por píxel también puede explicar estas relaciones que se presentan entre las regiones respecto a los contaminantes, también influyen varios factores meteorológicos como el viento, presión y humedad presentes en cada lugar analizado, resultados similares encontraron en un estudio realizado por (Liu et al., 2020), en China donde determinaron que las condiciones climáticas favorables contribuyen a la difusión de las concentraciones de contaminantes del aire y mejoran la calidad del aire, y la influencia de las condiciones meteorológicas en la concentración de contaminantes del aire depende del tipo de contaminante y el grado de influencia varía según las regiones, otro estudio respecto a la topografía realizado por (Farfán, 2018) describe las características de cada región la Costa está conformado por llanuras fértiles, colinas, cuencas sedimentarias y elevaciones de poca altitud, la Sierra conformada por la cordillera de los Andes atraviesa el Ecuador de norte a sur formando dos cadenas montañosas, la occidental y la Amazonía o región oriental conformado por colinas que se originan en la parte oriental de los Andes y descienden hasta las llanuras del Amazonas, el estudio realizado por (Palarz & Celiński-Mysław, 2017), en Cárpatos Polacos menciona que las áreas particularmente predisuestas a la formación de inversiones térmicas superficiales son particularmente los valles o zonas planas rodeadas por sistemas montañosos, lo que coincide también con los resultados mostrados en la Ilustración 16, debido a que la mayoría de inversiones superficiales se presentan en la región Costa con 57,99 %,

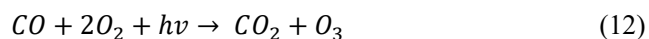
además otro estudio (Gramsch et al., 2014), analiza la influencia de las inversiones térmicas con el PM_{2.5} en la ciudad de Chile, donde mencionan que existen frecuentes condiciones de baja presión que se propagan desde la costa y que fortalecen la formación de IT sobre esa región.

7.3 *Periodos mensuales de IT y distribución de contaminantes.*

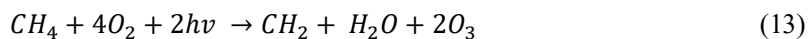
Realizando el análisis de la variación mensual de los contaminantes con el gradiente térmico en periodos de inversión térmica nuestros resultados muestran que el NO₂ y O₃ tuvo las concentraciones más altas en el mes de agosto ($M = 0.068395 \text{ mol/m}^2$) y ($M = 0.01446 \text{ mol/m}^2$) respectivamente, al igual que el gradiente térmico se encontró el valor más alto en el mismo mes ($M = 1.74 \text{ °C/km}$), nuestros resultados son consistentes con estudios previos (Lai & Cheng, 2009; Fallmann et al., 2016), que muestran que, en general, los contaminantes primarios como NO₂ en este caso aumenta al aumentar temperatura del aire cerca de la superficie (es decir, aumento de los niveles de IT). Este aumento en contaminantes primarios se debe potencialmente al efecto de IT en la altura de la capa de mezcla, mientras que la capa de mezcla es afectado por varios factores por ejemplo, velocidad del viento, humedad relativa (Dandou et al., 2009), cambios en la composición térmica de las atmósferas tienen influencias significativamente complejas en la estructura de la atmósfera y puede resultar en una mezcla vertical reducida y, por lo tanto, aumentar las concentraciones superficiales netas de la mayoría de los contaminantes atmosféricos primarios (Yassin et al., 2018). Sin embargo, las correlaciones de O₃ entre el aumento de IT, puede deberse a la presencia de altos niveles de radiación durante el día lo que facilitan la reacción fotoquímica entre precursores de O₃ que inducen altas concentraciones de O₃ (Ngarambe et al., 2021).

7.4 *Relación entre concentraciones de gases*

En la Ilustración 20, se puede observar que para los gases: Monóxido de Carbono, Ozono y Formaldehído, las variaciones espaciales de concentraciones de gases son similares presentando concentraciones medias y altas para las regiones Costa y Oriente, y concentraciones bajas para la Región Sierra. Esto indica que las concentraciones de estos 3 gases se encuentran relacionadas y condicionadas entre sí. Para el caso del monóxido de carbono esto puede explicarse debido a que este gas se consume en presencia de óxidos de nitrógeno para dar lugar a una considerable producción de ozono y dióxido de carbono (Dickerson et al., 1979) (Müller y Brasseur et al., 1999)



En el caso del formaldehído, este se encuentra afín con el ozono ya que ambos surgen como subproductos de la oxidación del metano presente en la atmósfera por lo cual están relacionados entre sí; la oxidación del formaldehído por radicales hidroxilo (OH) o la fotólisis pueden llevar a la formación de ozono en presencia de NO_x.



Es importante notar que para ambos casos, los óxidos de nitrógeno están presentes en el camino de estos gases hacia la formación del ozono, por lo cual actuarían como reactivos limitantes, si bien en nuestro estudio el dióxido de nitrógeno no se encuentra distribuido por todas las zonas por las cuáles se encuentran concentraciones altas de ozono, se pueden intuir dos situaciones, i) Existe en la atmósfera otros óxidos de nitrógeno en concentraciones suficientes para dar lugar a la formación de ozono. ii) El dióxido de nitrógeno está reaccionando lo suficientemente rápido como para no ser detectado en zonas lejanas a su emisión, es decir, su capacidad de reaccionar es más rápida que la capacidad del ambiente para dispersarlo y una vez convertido en ozono este se esparce por las zonas de menor altitud.

Respecto a la variación de concentraciones por región, en la región Costa y Oriente se obtuvieron concentraciones altas y medias altas, mientras que para la región Sierra las concentraciones fueron en su gran mayoría bajas, de acuerdo a la bibliografía revisada, las concentraciones de ozono resultan elevadas en zonas que se encuentran bajo condiciones anticiclónicas y coinciden con el aumento de la radiación solar, altas temperaturas y bajas velocidades del viento.

7.5 *Inversiones Térmicas Elevadas*

Al realizar el análisis para determinar las alturas a las cuales se producen IT's elevadas, se pudo notar que para las tres regiones los valores para la base, techo y por consiguiente profundidad de la inversión térmica fueron exactamente los mismos, lo que puede implicar que a la altura base a la cual se determinó IT (14.56 km) sea el inicio de la Tropopausa sobre nuestro país. La Tropopausa es la capa de la atmósfera que separa la troposfera y estratosfera, es una zona de transición entre ambas marcando el límite superior de la troposfera e inferior de la estratosfera. (Cabanelas, 2007)

El valor de la altura a la cual se ha determinado que está presente la troposfera sobre nuestro país, difiere de la bibliografía consultada, sin embargo, la altura de la tropopausa es versátil, depende de las variables meteorológicas y del tiempo en cada instante, siendo más alta cuando en las capas inferiores se presentan anticiclones y más baja cuando hay una depresión o borrasca, la tropopausa no es una capa rígida, se comporta como una membrana elástica debido a que puede experimentar deformaciones y roturas provenientes de fenómenos troposféricos.

La altura de la tropopausa depende del lugar y especialmente de la latitud, sobre los polos fríos los valores promedios sobre los que se encuentra son de 8 – 10 km, las alturas más elevadas se encuentran sobre las zonas oceánicas ecuatoriales cálidas del pacífico occidental y el sureste de Asia con alturas de

16 – 18 km, en latitudes medias la tropopausa suele estar entre los 12 – 13 km y en verano suelen estar a mayor altura, hasta 16 km, es así que en condiciones frías la tropopausa se encuentra a niveles inferiores, mientras que en condiciones cálidas tiende a elevarse (Rodríguez et al., 2019); varios procesos físicos pueden dar lugar a dicha variación como por ejemplo: La rotación de la tierra, gravedad, radiativos; y procesos meteorológicos como: temperatura, presión, humedad, convección y procesos de mezcla. (Lavorato et al., 2013)

La tropopausa marca el límite superior de la presencia de vapor de agua en el aire, a partir de esta altura el aire es completamente seco, según varias fuentes, una de las características más importantes que representa este límite es que supone una inversión térmica, debido a que la disminución de la temperatura cesa y permanece constante para luego comenzar a incrementarse en la estratósfera debido a la presencia de ozono y su interacción con la radiación UV procedente del sol (Zaratti et al., 1999). El gradiente de temperatura de incremento de la IT es de 0.2 °C por cada 100 metros. De igual manera la temperatura va cambiando dependiendo de la latitud donde se encuentre. Hay zonas en las que se encuentra a -85 °C y en otras zonas -45 °C. Los valores de temperatura encontrados en este estudio para esta zona oscilan entre - 1 °C hasta - 77 °C tanto para las bases de la IT y la altura final.

8. CONCLUSIONES

- La validación de temperaturas realizada entre los datos de 13 estaciones del INAMHI y los datos obtenidos de ERA 5, proyectaron valores satisfactorios, para el Coeficiente de Karl Pearson se obtuvo un valor de 0.865, el cuál muestra una asociación positiva muy fuerte entre los datos, para el Coeficiente de Correlación Intraclase se obtuvo un valor de 0.922 para las medidas promedio, el cuál indica una concordancia casi perfecta entre las medidas reportadas por ambos mecanismos y mediante el análisis gráfico de Bland y Altman se estableció que el 95% de los datos se encuentran dentro de los límites de concordancia, con lo cuál se concluye que ambas técnicas de medición de temperatura reportan datos casi perfectos en similitud y concordancia por lo cuál sin ninguna objeción uno puede sustituir al otro, en este caso, los datos de ERA 5 sustituyeron a los de las estaciones.
- Las regiones Costa y Oriente abarcaron casi la totalidad de IT's registradas en el país, de un total de 1601 inversiones que fueron registradas durante el periodo de estudio, el Oriente registró 667 IT's las cuales representan el 42%, sin embargo, las IT's registradas en la región Costa también fueron significativas, para esta zona se contabilizaron 626 IT's, es decir un 39%.
- Para todo el territorio ecuatoriano, el mes en el que se presenta mayor incidencia del fenómeno de inversión térmica es el mes de Julio, el cuál corresponde a la temporada seca para la región Costa, Sierra y la Amazonía Sur. Las horas en las cuáles se producen inversiones térmicas fueron distintas para cada región, para las regiones Costa y Sierra, un mayor porcentaje de IT's se presentan entre las 12:00 hasta las 18:00 UTC (7:00 a 13:00 Ec), mientras que para el Oriente se registraron más IT's entre 6:00 hasta las 12:00 UTC (1:00 am a 7:00 am EC).
- El análisis de regresión reveló que todos los coeficientes de correlación (R^2) entre periodos de inversión temperatura y la contaminación del aire fueron altas a excepción con el NO_2 ($R^2=0,26$), demostrando que la fuerza de relación depende de las características y tipo de contaminante, además durante el período de inversiones las concentraciones de contaminantes de NO_2 y O_3 fueron más altas al igual que el gradiente térmico durante el mes de agosto, esto se debe principalmente a que los periodos de IT modifican la estructura térmica vertical del aire y provocan cambios en la dispersión y distribución de los contaminantes del aire.
- Una mejor comprensión de la relación entre las inversiones térmicas y la concentración de contaminantes pueden ayudar a comprender su efecto en la salud de la población, recientemente, varios estudios han relacionado la ocurrencia de inversiones de temperatura con efectos sobre la salud, por ejemplo, en Omán, el número medio mensual de visitas al servicio de urgencias

- (Abdul-Wahab et al., 2005) se vinculó con el número de días de inversión. En Hamilton (Wallace et al., 2010) Ontario, Canadá, una asociación transversal entre inversiones e inflamaciones respiratorias, medidas mediante el recuento de células de esputo, se encontró entre 674 residentes con asma, sin embargo, no encontraron asociaciones con contaminantes individuales, también un estudio en la temporada de invierno en el condado de Salt Lake, Utah (Beard et al., 2012) encontró una asociación entre las inversiones, incluidas las prolongadas y las visitas de emergencia a un hospital por asma, otro estudio realizado en Hanoi, Vietnam (Trinh et al., 2019) entre 2011 y 2015 mostraron que las inversiones de temperatura se correlacionaron con la concentración de contaminantes del aire y el número de pacientes debido a que hubo un aumento significativo en el promedio diario de visitas al hospital con la presencia de inversiones térmica.
- El uso de imágenes satelitales contribuye considerablemente en el estudio de diversos temas, actualmente mediante el empleo de estas herramientas se puede obtener datos de varios aspectos como la oceanografía, meteorología, agricultura, sector petrolero, etc. Información que tiene un sin número de aplicaciones a nivel académico y científico. En la ingeniería ambiental las imágenes satelitales son una herramienta esencial debido al aporte de información de excelente calidad y cobertura espacial, información que no está disponible por mecanismos tradicionales de medición, y que es sustancial para estudios ambientales o monitoreo de cambio climático, todas sus causas y consecuencias asociadas, a la cual se puede acceder a registros históricos y en tiempo real sin inconvenientes.

9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES:

- La investigación actual solo considera las interacciones entre las concentraciones de contaminantes del aire y las IT derivadas de las mediciones satelitales de perfiles verticales de temperatura no evalúa la influencia de diferentes variables meteorológicas como la velocidad del viento, la presión, y la humedad en los episodios de IT, los estudios futuros deberían intentar evaluar la contribución de las variables meteorológicas en la interacción general con los periodos de IT y las concentraciones de contaminantes del aire.
- Otra salvedad importante del estudio actual está relacionada con la falta de instrumentos para realizar mediciones verticales de temperatura en el Ecuador, por lo que la validación de datos si bien resulta significativa se necesita tener datos de toda la capa troposférica en cada zona de análisis, por lo tanto, para aprender más sobre las interacciones de IT y la contaminación del aire, se justifican estudios futuros que exploren dichas interacciones utilizando equipos de radiosondeo que me permitan obtener datos de perfiles verticales de temperatura .
- Se recomienda realizar un estudio que analice el comportamiento de ciertos gases, principalmente el ozono y sus precursores, a distintas altitudes, con distintas condiciones de radiación solar y temperatura, debido a que en este estudio se evidenció que los gases mencionados tienen un comportamiento similar para las regiones Costa y Oriente, las cuáles poseen características meteorológicas y geomorfológicas similares, mientras que para la región Sierra el comportamiento de estos gases fue completamente distinto y es necesario conocer en que radica esta diferencia.

10. REFERENCIAS

- Abdul-Wahab, S. A., Bakheit, C. S., & Siddiqui, R. A. (2005). Study the relationship between the health effects and characterization of thermal inversions in the Sultanate of Oman. *Atmospheric Environment*, 39(30), 5466–5471. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.05.038>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA]. (2021). Aire. <https://espanol.epa.gov/espanol/aire>
- Agencia Espacial Europea. (7 de octubre de 2021). Centinela en línea. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/thematic-areas>
- Agrafiotis, D. (2014). Chapter 9—Video Error Concealment. En S. Theodoridis & R. Chellappa (Eds.), *Academic Press Library in Signal Processing* (Vol. 5, pp. 295–321). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420149-1.00009-0>
- Aguilar, Q., & Brigitt, E. (2017). Situación de las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2990>
- American Meteorology Society [AMS], (2012). Glossary of Meteorology, Atmosphere. <https://glossary.ametsoc.org/wiki/Atmosphere>
- Antequera, P. D. (1996). Las inversiones térmicas en Canarias. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (15), 109-124.
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista española de salud pública*, 73(2), 123-132.
- Arifwido, S. D., & Tanaka, T. (2015). The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.484>
- Arreguín-González, I. J., Ayala-Guerrero, F., Gasca-Zamudio, P. D., & Melo-Balderas, M. A. (2016). Funciones neurocognitivas alteradas en paciente intoxicada por monóxido de carbono. *Neurología*, 31(6), 416–417. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.11.004>
- Avellaneda-Gómez, C., Roquer, J., & Vivanco-Hidalgo, R. (2020). Reconocimiento de la contaminación atmosférica como factor de riesgo de ictus en las guías de práctica clínica para las enfermedades cerebrovasculares: Revisión de la literatura. *Neurología*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2020.08.003>
- Bartczak, A., Glazik, R., & Tyszkowski, S. (2014). The Application of Box–Cox Transformation to Determine the Standardised Precipitation Index (SPI), the Standardised Discharge Index (SDI) and to Identify Drought Events: Case Study in Eastern Kujawy (Central Poland). *Journal of Water and Land Development*, 22, 3–25. <https://doi.org/10.2478/jwld-2014-0017>

- Beard, J. D., Beck, C., Graham, R., Packham, S. C., Traphagan, M., Giles, R. T., & Morgan, J. G. (2012). Winter Temperature Inversions and Emergency Department Visits for Asthma in Salt Lake County, Utah, 2003–2008. *Environmental Health Perspectives*, 120(10), 1385–1390. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104349>
- Betti, A., & Giraldez, R. N. (2020). Aplicación de técnicas basadas en aprendizaje profundo para la clasificación de imágenes satelitales y otras plataformas de observación terrestre [Thesis, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería; Argentina]. <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/464>
- Brook, J. R., Sirois, A., & Clarke, J. F. (1996). Comparison of dry deposition velocities for SO₂, HNO₃ and SO₄ estimated with two inferential models. *Water, Air, and Soil Pollution*. [https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Comparison+of+dry+deposition+velocities+for+SO₂%2C+HNO₃+and+SO₄%28-%29+estimated+with+two+inferential+models&author=Brook%2C+J.R.&publication_year=1996](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Comparison+of+dry+deposition+velocities+for+SO2%2C+HNO3+and+SO4%28-%29+estimated+with+two+inferential+models&author=Brook%2C+J.R.&publication_year=1996)
- Cabanelas, J. A. A. (2007). Anàlisis climàtic de la tropopausa mediante datos de radiosondeo [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidade de Vigo]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=223055>
- Camacho González, O. S. (2017). Simulador de un LIDAR elástico atmosférico para medir los niveles de concentración de aerosoles en la tropósfera. *Acta Nova*, 8(1), 76–93.
- Carpio, J. U. D. (2016). Determinación De La Inversión Térmica En La Ciudad De Cajamarca. *Eco Scientia*, 1(1), 62–65.
- Carpio, J. U. D. (2016). DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN TÉRMICA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. *ECO SCIENTIA*, 1(1), 62–65.
- Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio ECMWF, (7 de octubre de 2021). Datos horarios de ERA 5 sobre niveles de presión desde 1979 hasta el presente. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=overview>
- Chuvieco, E. (1990); Fundamentos de Teledetección espacial, M. Ediciones Rialp, Madrid
- Concepción, L., Lovera, D., & Carrasco, L. (2016). Evolución temporal de la concentración de ozono en la tropósfera. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 19(37), Article 37. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v19i37.12960>
- Cortés-Reyes, É., Rubio-Romero, J. A., & Gaitán-Duarte, H. (2010). Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 61(3), 247-255.
- Czarnecka, M., Nidzgorska-Lencewicz, J., & Rawicki, K. (2016). Thermal inversions and sulphur dioxide concentrations in some Polish cities in the winter season. *Journal of Elementology*, 21, 1001–1015. <https://doi.org/10.5601/jelem.2016.21.1.1038>
- Dagnino, J. (2014). Coeficiente de correlacion lineal de pearson. *Chil Anest*, 43, 150-153.

- Dandou, A., Tombrou, M., Schäfer, K., Emeis, S., Protonotariou, A. P., Bossioli, E., Soulakellis, N., & Suppan, P. (2009). A Comparison Between Modelled and Measured Mixing-Layer Height Over Munich. *Boundary-Layer Meteorology*, 131(3), 425–440. <https://doi.org/10.1007/s10546-009-9373-7>
- De Smedt, I., Stavrakou, T., Hendrick, F., Danckaert, T., Vlemmix, T., Pinardi, G., Theys, N., Lerot, C., Gielen, C., Vigouroux, C., Hermans, C., Fayt, C., Veeffkind, P., Müller, J.-F., & Van Roozendaal, M. (2015). Diurnal, seasonal and long-term variations of global formaldehyde columns inferred from combined OMI and GOME-2 observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(21), 12519–12545. <https://doi.org/10.5194/acp-15-12519-2015>
- Devasthale, A., & Thomas, M. A. (2012). An investigation of statistical link between inversion strength and carbon monoxide over Scandinavia in winter using AIRS data. *Atmospheric Environment*, 56, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.03.042>
- Dickerson, RR, Stedman, DH, Chameides, WL, Crutzen, PJ y Fishman, J. (1979). Mediciones actinométricas y cálculos teóricos de j (O_3) la tasa de fotólisis del ozono a $O(^1D)$. *Cartas de investigación geofísica*, 6 (11), 833-836.
- Domínguez-Rodríguez, A., Abreu-Afonso, J., Gonzalez, Y., Rodríguez, S., Juárez-Prera, R. A., Arroyo-Ucar, E., Jiménez-Sosa, A., Abreu-González, P., & Avanzas, P. (2013). Relación entre exposición a corto plazo a dióxido de azufre atmosférico y lesiones obstructivas en el síndrome coronario agudo. *Medicina Clínica*, 140(12), 537–541. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2012.05.040>
- Dora, C. (2017). 7 millones de muertes ocurren cada año debido a la contaminación atmosférica, según la OMS. https://www3.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1172:7-millones-muertes-ocurren-cada-ano-debido-contaminacion-atmosferica-segun-oms&Itemid=360
- Dorta, P., Luque, A., Martín, JL y Mayer, P. (2013). Evolución de la temperatura en Gran Canaria (Islas Canarias). Un ejemplo de calentamiento global sobre el Atlántico nororiental subtropical. *Ciencias de la atmósfera y el clima*, 2014.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Brooks/Cole Pub. Co.
- Falcón, N. (2010). Dinámica de gases contaminantes bajo equilibrio hidrostático en atmósferas planetarias. 5.
- Farfán, F. P. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala.
- Flores, R., & Bonilla, P. (2010). Perfil de la Lluvia Ácida en la Ciudad de Quito (Ecuador) Durante los Meses de Diciembre-2008 y Enero-2009. *Química Central Ciencia y Naturaleza*, 1(1), 27-34.
- Frulla, L. A. (1992). Perturbaciones introducidas por la atmósfera y la superficie terrestre en las bandas ópticas de la radiación electromagnética solar. Su importancia en la teledetección [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]. http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n2506_Frulla
- Fuentes Inzunza, R. A. (2012). Implementación de instrumentación óptica para el monitoreo remoto de la calidad del aire.

- Gaite Fox, M. (2021). Inversiones térmicas, calidad del aire e ingresos hospitalarios por asma en la Comunidad de Madrid. Periodo 2009-2015.
- García Guadalupe, M. E., Ramírez Sánchez, H. U., Godínez, H. U., Arias, S., & Pérez, A. (2012). Las inversiones térmicas y la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (México). *Investigaciones Geográficas*, 0(58), 9–29. <https://doi.org/10.14198/INGEO2012.58.01>
- García Pastor, A., Martínez, E. L. C., Rodríguez-Yáñez, M., de Leciñana, M. A., Amaro, S., Arenillas, J. F., ... & Roquer, J. (2021). Recomendaciones de la Sociedad Española de Neurología para la prevención del ictus. Actuación sobre los hábitos de vida y la contaminación atmosférica. *Neurología*, 36(5), 377-387.
- García, M., Ulloa, H., Ramírez, H., Fuentes, M., Arias, S., & Espinosa, M. (2014). Comportamiento de los vientos dominantes y su influencia en la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. 1(2), 20.
- García-Guadalupe, M. E., Ramírez-Sánchez, H. U., Ulloa Godínez, H., Arias, S., & Pérez, A. (2012). Las inversiones térmicas y la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (México). *Investigaciones Geográficas*, 58, 9. <https://doi.org/10.14198/INGEO2012.58.01>
- García-Reynoso, J. A., Grutter, M., & Cintora-Juárez, D. (2007). Evaluación del riesgo por contaminantes criterio y formaldehído en la Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(4), 169–175.
- Giavarina D. Comprensión del análisis de Bland Altman. *Biochemia Medica* 2015; 25 (2): 141- 151. Giavarina, D. (2015). Understanding bland altman analysis. *Biochemia medica*, 25(2), 141-151.
- Gilson, G. F., Jiskoot, H., Cassano, J. J., & Nielsen, T. R. (2018). Radiosonde-Derived Temperature Inversions and Their Association With Fog Over 37 Melt Seasons in East Greenland. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123(17), 9571–9588. <https://doi.org/10.1029/2018JD028886>
- Google Earth Engine. (2021). <https://earthengine.google.com>
- Gramsch, E., Caceres, D., Oyola, P., Reyes, E., Vasquez, Y., Rubio, M. A., & Sanchez, G. (2014). Influence of surface and subsidence thermal inversion on pm2.5 and black carbon concentration. <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/128768>
- Gutiérrez Oyarce, A., Ferrero, A., Estarlich, M., Esplugues, A., Iñiguez, C., & Ballester, F. (2018). Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la Cohorte INMA-Valencia. *Gaceta Sanitaria*, 32(6), 507–512. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.05.012>
- Harari, Y. N. (2014). *Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad*. Debate.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz - Sabater, J., ... y Thépaut, JN (2020). El reanálisis global de ERA5. *Revista trimestral de la Real Sociedad Meteorológica*, 146 (730), 1999-2049.
- Hufty, A. (1975, September). Gradients verticaux de température et combinaisons des éléments du temps. In *Annales de géographie* (pp. 526-542). Armand Colin.

- Inche, J. (2004). Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones. Instituto de Investigación de Ingeniería industrial–UNMSM. Lima, Perú.
- INEC. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), (2016). Productos derivados de petróleo. Gasolina. Requisitos. NTE INEN 935. Novena Revisión. Quito – Ecuador. <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/nte-inen-935-9.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), (2016.) Productos derivados de petróleo. Diésel. Requisitos. NTE INEN 1489. Octava Revisión. Quito – Ecuador. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1489-8.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2020. Anuario de Estadística de Transporte (ANET). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2019/2019_BOLETIN_ANET.pdf
- Kahl, J. D. (1990). Characteristics of the low-level temperature inversion along the Alaskan Arctic coast. *International Journal of Climatology*, 10(5), 537–548. <https://doi.org/10.1002/joc.3370100509>
- Lai, L.-W., & Cheng, W.-L. (2009). Air quality influenced by urban heat island coupled with synoptic weather patterns. *Science of The Total Environment*, 407(8), 2724–2733. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.12.002>
- Landis, J.R., y Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33,159-174.
- Largerón, Y., & Staquet, C. (2016). Persistent inversion dynamics and wintertime PM10 air pollution in Alpine valleys. *Atmospheric Environment*, 135, 92–108. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.03.045>
- Latorre, N., Silvestre, J. F., & Monteagudo, A. F. (2011). Allergic Contact Dermatitis Caused by Formaldehyde and Formaldehyde Releasers. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, 102(2), 86–97. [https://doi.org/10.1016/S1578-2190\(11\)70765-X](https://doi.org/10.1016/S1578-2190(11)70765-X)
- Lavorato, M., Lakkis, S., Pagura, M., Canziani, P., & Cesarano, P. (2013). Estudio Preliminar De La Comparación Entre La Evolución De La Tropopausa Y La Altura Del Tope De Los Cirrus Sobre Buenos Aires.
- Leiva, P. D., Améndola, C., Hernandorena, A., & Hernandorena, C. Caracterización del fenómeno Inversión Térmica para el partido de Pergamino (BA)-Argentina, año 2011.
- Liu, Y., Zhou, Y., & Lu, J. (2020). Exploring the relationship between air pollution and meteorological conditions in China under environmental governance. *Scientific Reports*, 10(1), 14518. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71338-7>
- Mardia, K. V. (2020). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*,

- 57(3), 519–530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>
- Matus, P. (2017). Contaminación atmosférica: La composición química incide en su riesgo. *Revista médica de Chile*, 145(1), 7–8. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872017000100001>
- Meldrum, D., Shouldice, C., Conroy, R., Jones, K., & Forward, M. (2014). Test–retest reliability of three dimensional gait analysis: including a novel approach to visualising agreement of gait cycle waveforms with Bland and Altman plots. *Gait & posture*, 39(1), 265–271.
- Miller, A., & Ahrens, D. (1970). Ozone within and below the west coast temperature inversion. *Tellus*, 22(3), 328–340. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v22i3.10225>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador (Noviembre de 2016). Municipios saludables respiran vida. <https://www.salud.gob.ec/municipios-saludables-respiran-vida/>
- Montón Chiva, E. (2012). Climatología aeronáutica del aeropuerto de Castellón. *Climatología aeronáutica del aeropuerto de Castellón*, 1–182.
- Morales, J. A. L. (2020). Enseñanza De La Inversión Térmica Y Su Relación Con La Acumulación De Contaminantes En La Tropósfera. 68.
- Morán, R. C. D., Rios, H. P., Dávila, L. V., Perdomo, F. V., & Nizama, J. L. R. (2021). Influencia de la industrialización en la salud ambiental: Visión histórica desde la revolución industrial a la pandemia por COVID-19. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61, 3-15.
- Müller, JF y Brasseur, G. (1999). Fuentes de HO X de la troposfera superior: un estudio tridimensional. *Revista de investigación geofísica: Atmósferas*, 104 (D1), 1705-1715.
- National Research Council. (1991). Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1889>
- Ngarambe, J., Joen, S. J., Han, C.-H., & Yun, G. Y. (2021). Exploring the relationship between particulate matter, CO, SO₂, NO₂, O₃ and urban heat island in Seoul, Korea. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123615. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123615>
- Nols Suárez, V. K. (2014). Cálculo y análisis de la inversión térmica y el espesor de la capa de aire comprendida entre 500 y 1000 hPa en Canarias para los últimos 30 años [Facultad de Física, ULL]. <https://pdfcookie.com/documents/calculo-y-analisis-de-la-inversion-termica-y-el-espesor-de-la-capade-aire-comprendida-entre-500-y-1000-hpa-en-canarias-para-los-ultimos-30-anos-8v44py8y07vg>
- Ochoa Jaramillo, & A. Cantor Gómez, D., (2011). Tendencias de largo plazo en cinco índices de estabilidad atmosférica en Colombia. *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*.
- Organización Mundial para la Salud (OMS), (2016). Calidad del aire y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (2017). Calidad del Aire. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>

- Ortega-García, J. A., Martínez-Hernández, I., Boldo, E., Cárceles-Álvarez, A., Solano-Navarro, C., Ramis, R., Aguilar-Ros, E., Sánchez-Solis, M., & López-Hernández, F. (2020). Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España). *Anales de Pediatría*, 93(2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.01.012>
- Ortiz Vallejo, M. A. (2014). Estudio Comparativo del Uso del Diesel Entre Europa y Ecuador, Utilizado para Motores de Vehículos (Bachelor's thesis, Quito/UIDE/2014).
- ÖRÜN, İ y Erkmen, B. (2020). Chapter 1: History of Environmental Pollution. In M. Mascia (Ed.). *Enhancing Ecoliteracy through Social – Ecological Sistem Approach*. (pp. 12-15). SES – ECO, Co-funded by the Erasmus and Programme of the European Union.
- Oyarzún G, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 26(1). <https://doi.org/10.4067/S0717-73482010000100004>
- Palacios Espinoza, E. del C. (2018). Determinación social de la contaminación del aire urbano y de su relación con el deterioro de la salud respiratoria en los niños y niñas menores de 5 años (Cuenca, Ecuador) 2012-2014. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6218>
- Palarz, A., & Celiński-Mysław, D. (2017). Temperature Inversions In The Polish Carpathians And Their Influence On Air Pollution (Case Study. *Carpathian journal of earth and environmental sciences*, 12, 629–640.
- Palarz, A., Celiński-Mysław, D., & Ustrnul, Z. (2018). Temporal and spatial variability of surface-based inversions over Europe based on ERA-Interim reanalysis. *International Journal of Climatology*, 38(1), 158–168. <https://doi.org/10.1002/joc.5167>
- Palarz, A., Celiński-Mysław, D., & Ustrnul, Z. (2020). Temporal and spatial variability of elevated inversions over Europe based on ERA-Interim reanalysis. *International Journal of Climatology*, 40(3), 1335–1347. <https://doi.org/10.1002/joc.6271>
- Peña Peña, E., & Elizagaray, I. (2006). *Libro De Experimentación Agrícola*.
- Peña, A. R. M., López, V. M. C., Concepción, F. O. G., Sánchez, H. U. R., Gutiérrez, J. A., & Guadalupe, M. E. G. (2020). Estudio de las inversiones térmicas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y su relación con la calidad del aire. Propuesta de diagnóstico y predicción utilizando el modelo WRF (Weather Research Forecasting). *Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española*, (30).
- Pérez Rodríguez, F. G., & Rodas Monsefú, N. J. (2017). Influencia de la inversión térmica en la contaminación atmosférica según los ECAS en el distrito de Cajamarca del 2013 al 2015.
- Portilla Farfán, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala. <https://doi.org/10.7476/9789978104927>
- Productos de datos—Misión Sentinel-5P - Sentinel Online—Sentinel Online. (s/f). Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-5p/data-products>

- Quintana Rodríguez, N., Sierra Lorenzo, M., & Carnesoltas Calvo, M. (2011). Criterios para el inicio de la convección y la formación de estructuras coherentes sobre Camagüey, Cuba. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 26(3), 473–490. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000300013>
- Reanálisis climático | Copérnico. (s/f). Recuperado el 18 de junio de 2021, de <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>
- Regueira, Y. M., Schlatter, S., Díaz, G., & Portilla, C. (2009). Determinación de la concentración de dióxido de nitrógeno en la atmósfera de Ciudad de La Habana mediante captadores pasivos. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 40(1), 023–025.
- Rodríguez, E., Teodoro, I., & Sánchez, J. M. (2019). La Tropopausa, La Primera Frontera. José Manuel Rivero Martín Josefa Jaramillo Romero Fernando Alfonso Cervel Josefa Montero García M^a Elena Montejo González, 22, 63-66.
- Romero, F. S. (2016). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. *Revista AquaTIC*, (24).
- Salazar Ávila, D. (2018). Análisis del comportamiento del Bióxido de Azufre (SO₂) y su relación con la temperatura: Caso Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) 2011-2016.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). Metodología de la investigación. MacGraw-Hill/Interamericana.
- Sánchez Pardo, S., Moreno-Quijano, C., & Meléndez, H. J. (2019). Síndrome de dificultad respiratoria aguda secundario a intoxicación por monóxido de carbono, reporte de caso. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 19(4), 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2019.05.003>
- Sánchez, D. E. (2015). Riesgo de heladas por inversión térmica en la huerta de Murcia: incidencia en la actividad agraria. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (64), 73-86.
- Santurtún, A., Rasilla, D. F., Riancho, L., & Zarrabeitia, M. T. (2017). Análisis de la relación entre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los contaminantes atmosféricos atendiendo al origen y trayectoria de las masas de aire en el Norte de España. *Archivos de Bronconeumología*, 53(11), 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2017.03.017>
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, (10 de octubre de 2021). Red de Monitoreo Atmosférico. <http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php/politicas-y-planeacion-ambiental/red-de-monitoreo>
- Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, (2019). Incremento del parque automotor 2008 – 2018. <https://secretariademovilidad.quito.gob.ec/>
- Sendiña Nadal, Irene (2006). Fundamentos de meteorología. Universidad Santiago de Compostela. ISBN 9788497506458
- Singh, V. P. (2016). Incidence of Temperature Inversion and their Impact on Air Quality: A Case Study of Delhi. 2016, A51D-0082.
- Spiegel, J., y Maystre, L. (1998). Control y Prevención de la Contaminación Ambiental. En J. Mager

- Stellman. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. (pp. 2-60). Chantal Dufresne, BA.
- Ssenyunzi, R. C., Oruru, B., D'ujanga, F. M., Realini, E., Barindelli, S., Tagliaferro, G., von Engeln, A., & van de Giesen, N. (2020). Performance of ERA5 data in retrieving Precipitable Water Vapour over East African tropical region. *Advances in Space Research*, 65(8), 1877–1893. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2020.02.003>
- Stavrou, T., Müller, J.-F., Bauwens, M., Smedt, I. D., Roozendaal, M. V., & Guenther, A. (2018). Impact of Short-Term Climate Variability on Volatile Organic Compounds Emissions Assessed Using OMI Satellite Formaldehyde Observations. *Geophysical Research Letters*, 45(16), 8681–8689. <https://doi.org/10.1029/2018GL078676>
- STEPHENS, M. A. (1979). Tests of fit for the logistic distribution based on the empirical distribution function. *Biometrika*, 66(3), 591–595. <https://doi.org/10.1093/biomet/66.3.591>
- Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, álvaro. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: Un problema de salud ambiental. *Revista de Salud Pública*, 8(1), 108–117. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642006000100010>
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente [TULSMA], 2018. Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión. Libro VI, Anexo 4. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf
- Transportation Research Board & National Research Council. (2002). The Ongoing Challenge of Managing Carbon Monoxide Pollution in Fairbanks, Alaska: Interim Report. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10378>
- Trinh, T. T., Trinh, T. T., Le, T. T., Nguyen, T. D. H., & Tu, B. M. (2019). Temperature inversion and air pollution relationship, and its effects on human health in Hanoi City, Vietnam. *Environmental Geochemistry and Health*, 41(2), 929–937. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0190-0>
- Ubilla, C., & Yohannessen, K. (2017). CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.12.003>
- Varela, A., y Ron, S., (2020). Geografía y Clima del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE]. <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>
- Velasquez Salamanca, J. E. (2016). ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE INDICES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA Y CONCENTRACIÓN DE PM_{2.5} EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ: DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE CAPTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS [Modalidad Desarrollo de herramienta de análisis]. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.
- Wallace, J., & Kanaroglou, P. (2009). The effect of temperature inversions on ground-level nitrogen dioxide (NO₂) and fine particulate matter (PM_{2.5}) using temperature profiles from the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS). *The Science of the Total Environment*, 407(18), 5085–5095. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.050>

- Wallace, J., Nair, P., & Kanaroglou, P. (2010). Atmospheric remote sensing to detect effects of temperature inversions on sputum cell counts in airway diseases. *Environmental Research*, 110(6), 624–632. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.05.011>
- Wetzel, C., & Brümmer, B. (2011). An Arctic inversion climatology based on the European Centre Reanalysis ERA-40. *Meteorologische Zeitschrift*, 589–600. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2011/0295>
- Xu, C., Zhao, W., Zhang, M., & Cheng, B. (2021). Pollution haven or halo? The role of the energy transition in the impact of FDI on SO₂ emissions. *Science of The Total Environment*, 763, 143002. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143002>
- Yassin, M. F., Al-Shatti, L. A., & Al Rashidi, M. S. (2018). Assessment of the atmospheric mixing layer height and its effects on pollutant dispersion. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(7), 372. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6737-9>
- Young, T. (2017). International Standard Atmosphere (ISA) Table (pp. 583–590). <https://doi.org/10.1002/9781118534786.app1>
- Yun, G. Y., Ngarambe, J., Duhirwe, P. N., Ulpiani, G., Paolini, R., Haddad, S., Vasilakopoulou, K., & Santamouris, M. (2020). Predicting the magnitude and the characteristics of the urban heat island in coastal cities in the proximity of desert landforms. The case of Sydney. *Science of The Total Environment*, 709, 136068. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136068>
- Zaratti, F., Andrade, M., & Forno, R. (1999). Resultados Preliminares De La Campaña De Ozonosondeo En Una Localidad De Altura (La Paz, Bolivia). cp. <https://doi.org/10.3997/2214-4609-pdb.215.sbgf048>
- Zhang, Y., Seidel, D. J., Golaz, J.-C., Deser, C., & Tomas, R. A. (2011). Climatological Characteristics of Arctic and Antarctic Surface-Based Inversions. *Journal of Climate*, 24(19), 5167–5186. <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4004.1>
- Zheng, Z., Yang, Z., Wu, Z. y Marinello, F. (2019). Variación espacial del NO₂ y sus factores de impacto en China: una aplicación de los productos centinela-5P. *Teledetección*, 11 (16), 1939.



11. APÉNDICES

Apéndice 1: Mapas Temáticos

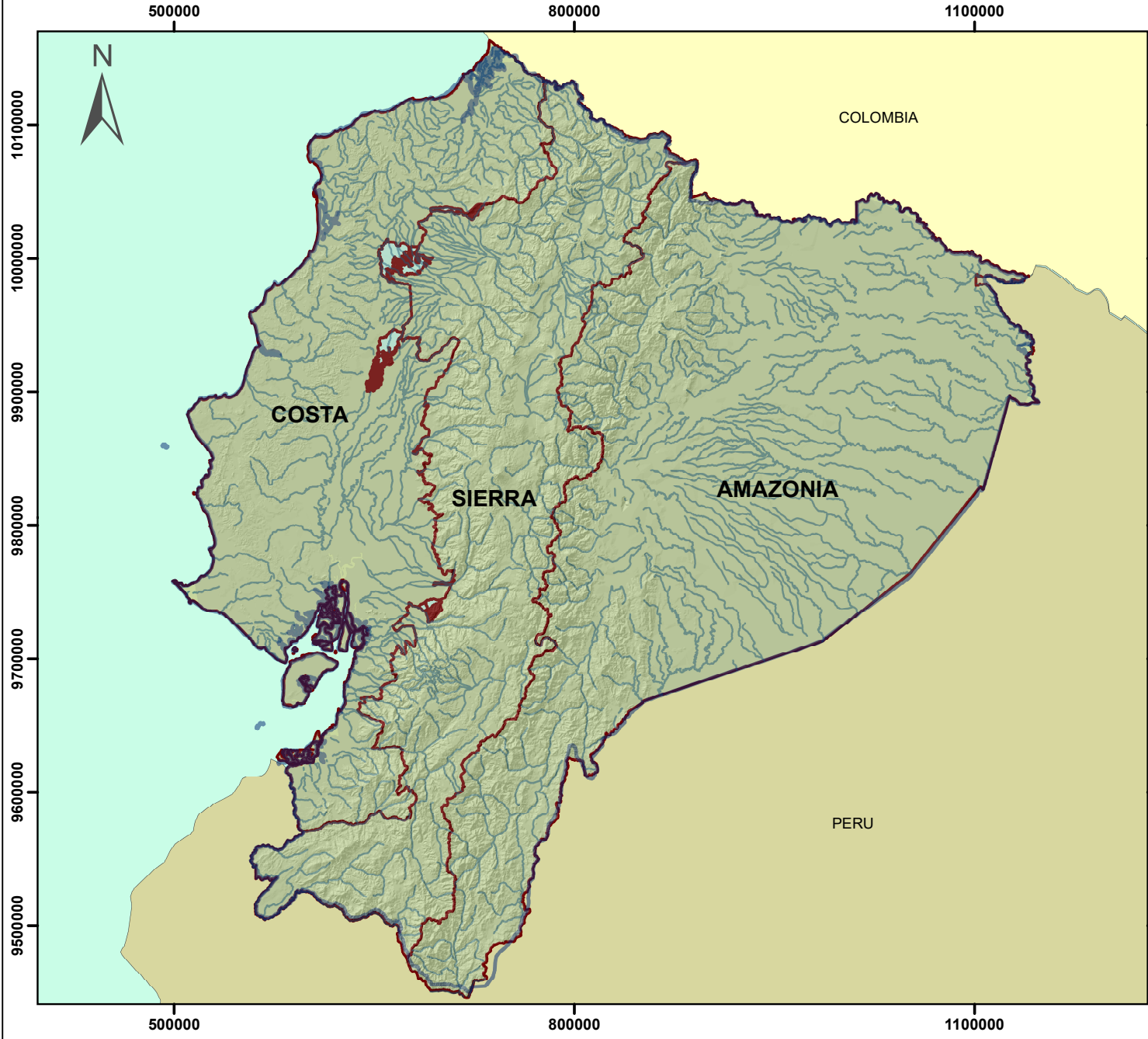


Apéndice 1.1:




Zona De Estudio

Ecuador Continental

Área de Estudio ECUADOR CONTINENTAL



Leyenda

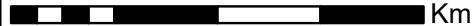
-  Perfil Ecuador
-  División Regional
-  Red Hidrológica

UBICACIÓN DE REFERENCIA



SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS 1984
UTM_ZONE_17S
ESCALA: 1:4.000.000
1 centímetro: 40 kilómetros



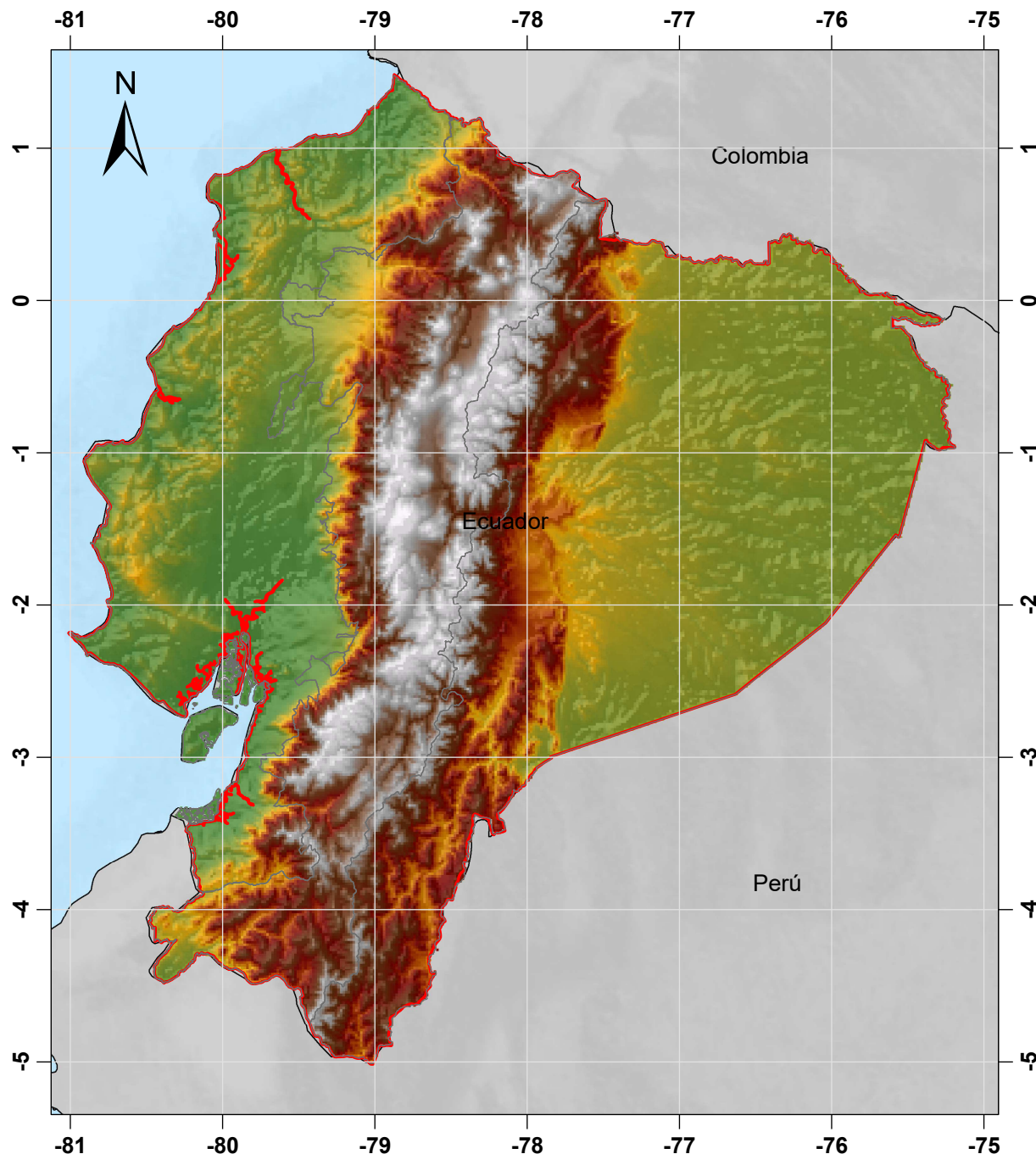
**Determinación de la Inversión
Térmica y su relación con los
perfiles de gases obtenidos de
Sentinel 5P**

Elaborado por:	Erika Cueva Gina Faicán
Revisado por:	Mgt. Danilo Mejía



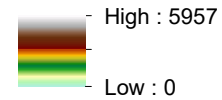
Apéndice 1.2: Modelo Digital de Elevación Ecuador Continental

MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN PARA ECUADOR CONTINENTAL



LEYENDA

DEM



— Límite de expansión



Determinación de la Inversión Térmica y su relación con los perfiles de gases obtenidos de Sentinel 5P

Elaborado por:

Erika Cueva Luzón
Gina Faicán Cabrera

Revisado por:

Mgt. Danilo Mejía Coronel

Cuenca, 2021

SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS_1984

UTM_Zone_17S

ESCALA DE INFORMACIÓN

1 : 6.000.000

Formato:

A4

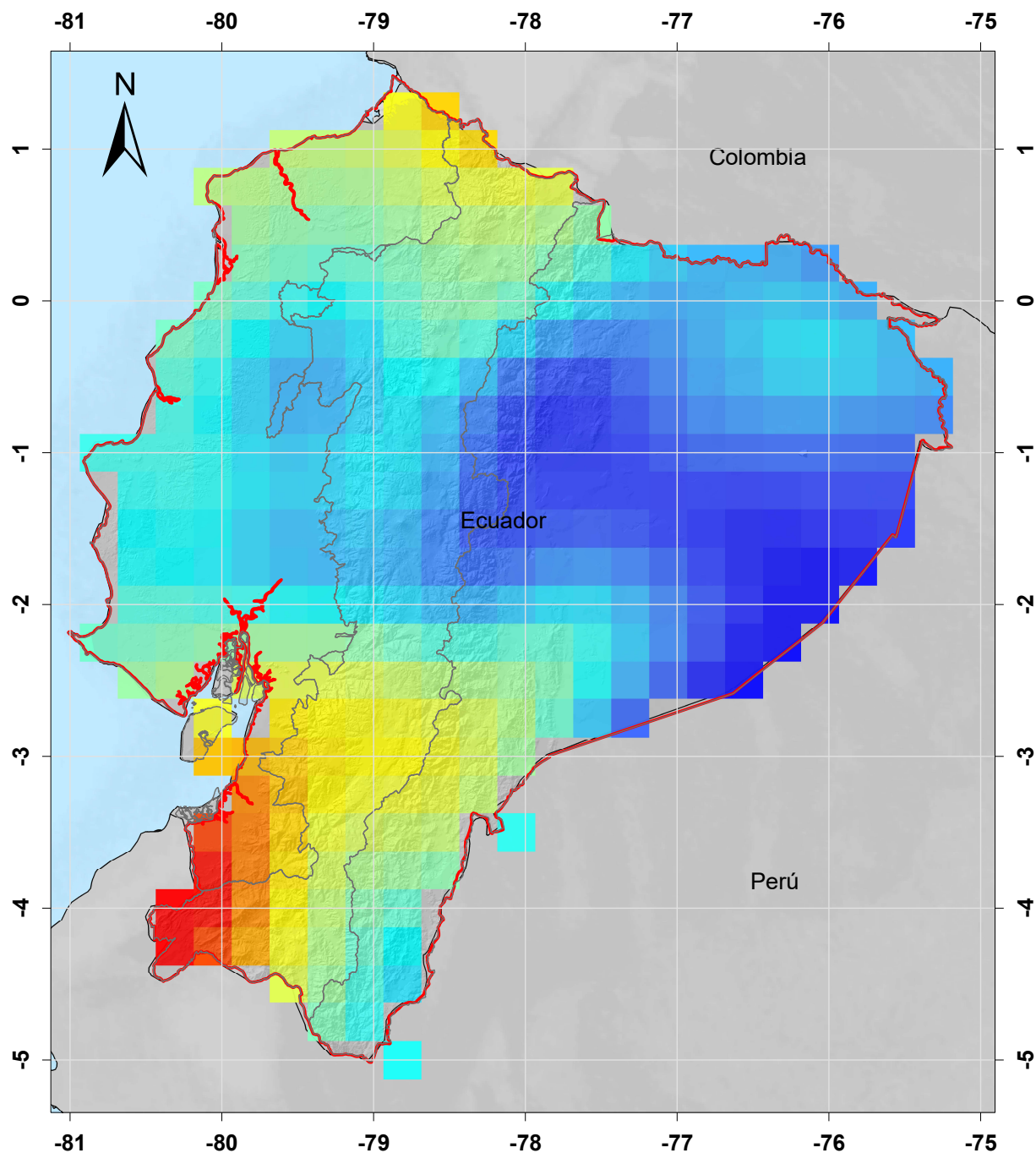
1 centimeter = 60 kilometer





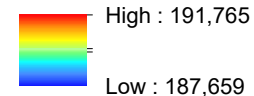
Apéndice 1.3: Imágenes Satelitales

IMAGEN DE ERA 5 PARA ECUADOR CONTINENTAL



LEYENDA

ERA 5
Temperatura (K)



Límite de expansión



Determinación de la Inversión Térmica y su relación con los perfiles de gases obtenidos de Sentinel 5P

Elaborado por:

Erika Cueva Luzón
Gina Faicán Cabrera

Revisado por:

Mgt. Danilo Mejía Coronel

Cuenca, 2021

SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS_1984

UTM_Zone_17S

ESCALA DE INFORMACIÓN

1 : 6.000.000

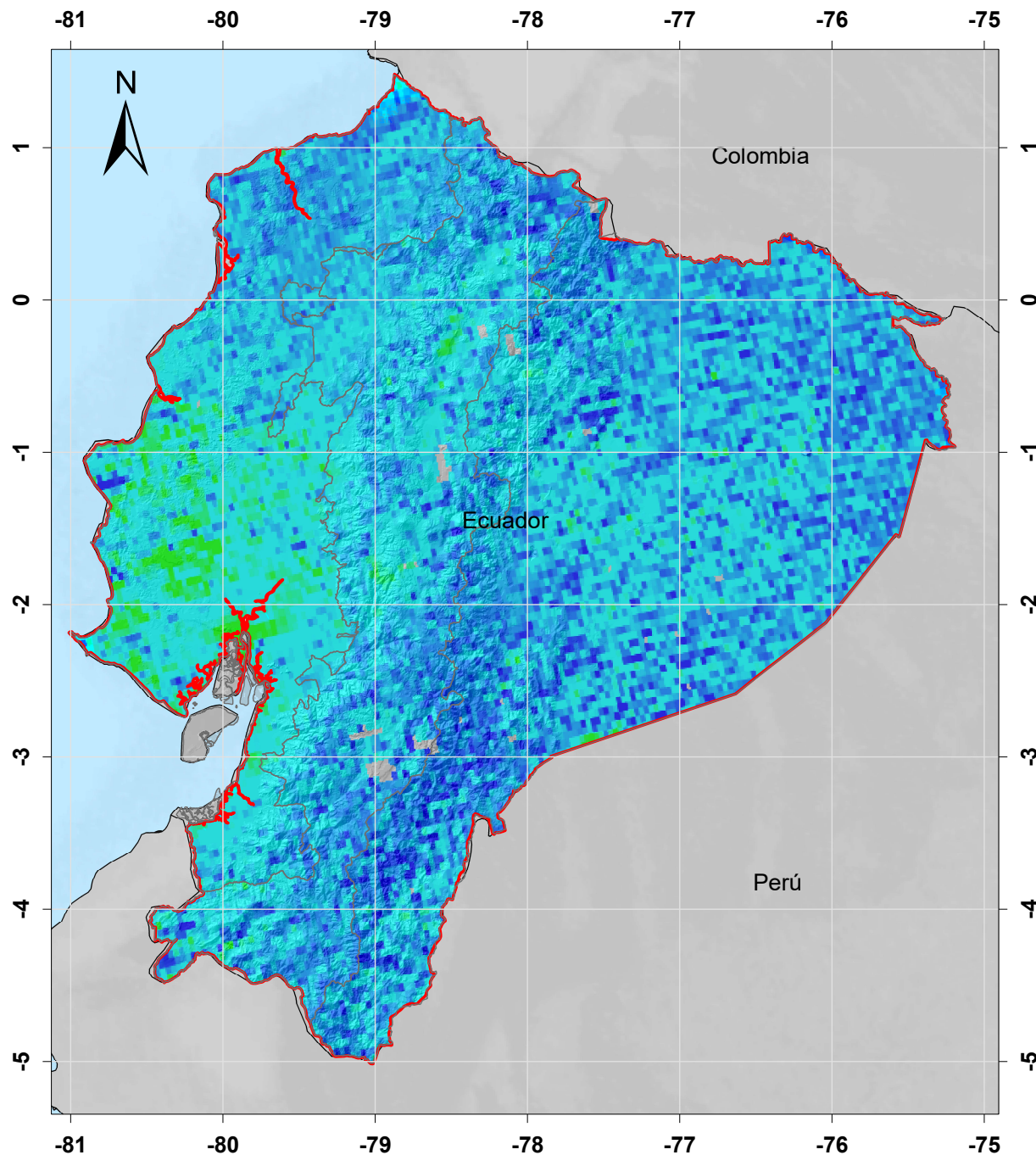
Formato:

A4

1 centimeter = 60 kilometer



IMAGEN DE SENTINEL 5P PARA ECUADOR CONTINENTAL



LEYENDA

NO2

Unidades (mol/m²)

High : 6,25462e-005

Low : -2,57587e-005

Límite de expansión



Determinación de la Inversión Térmica y su relación con los perfiles de gases obtenidos de Sentinel 5P

Elaborado por:

Erika Cueva Luzón
Gina Faicán Cabrera

Revisado por:

Mgt. Danilo Mejía Coronel

Cuenca, 2021

SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS_1984

UTM_Zone_17S

ESCALA DE INFORMACIÓN

1 : 6.000.000

Formato:

A4

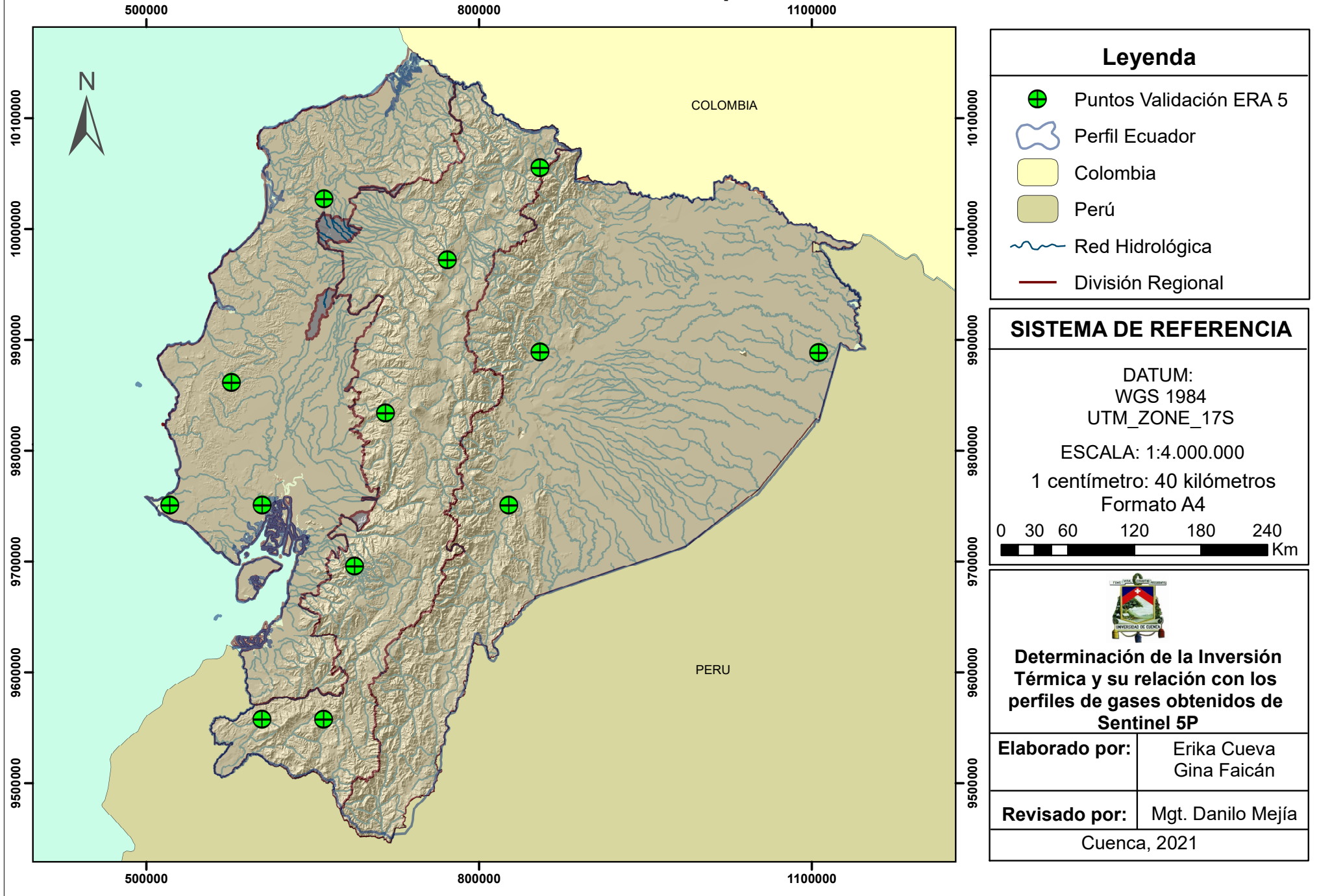
1 centimeter = 60 kilometer





Apéndice 1.4: Puntos de Validación

Puntos ERA 5 utilizados para validación

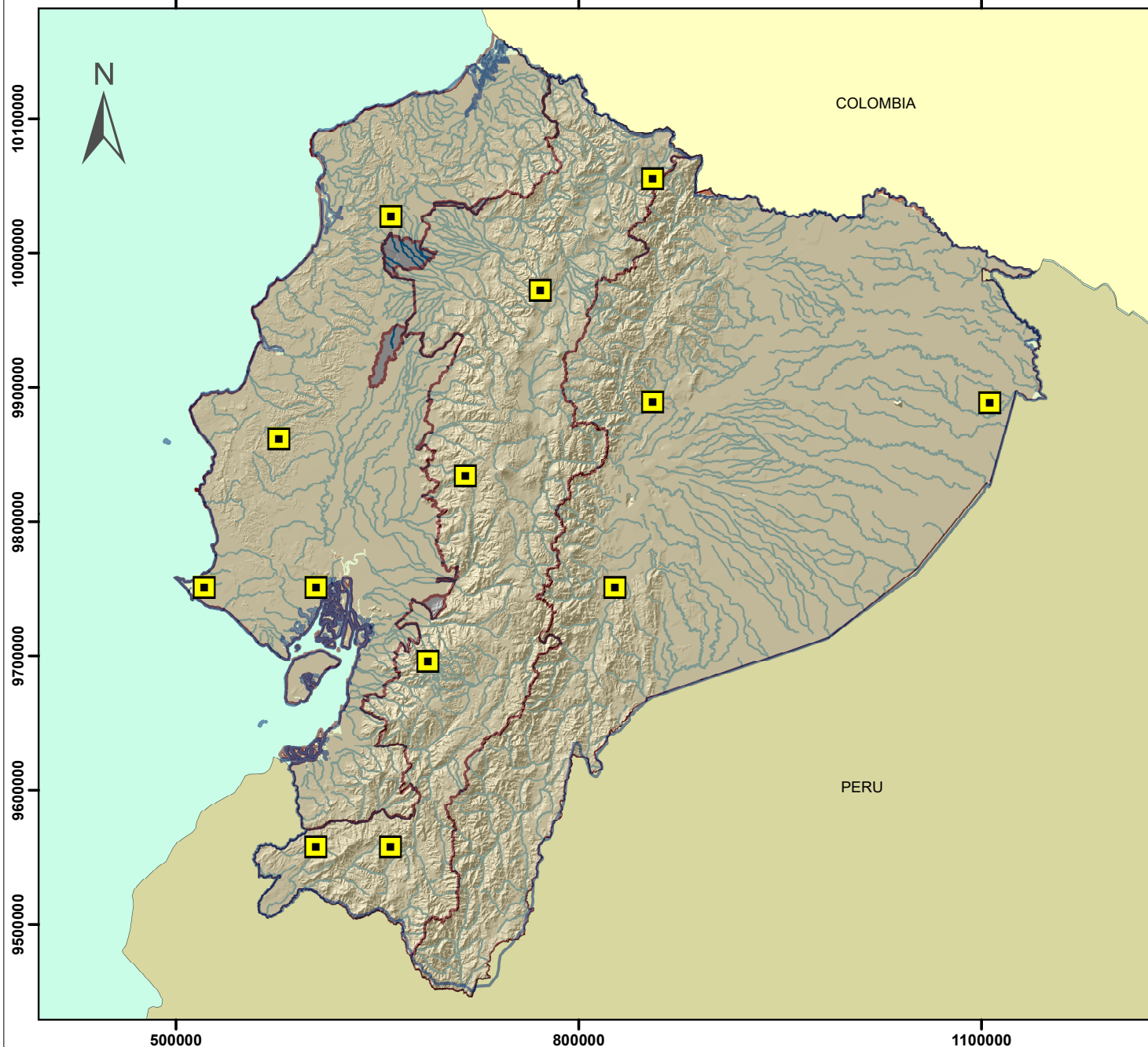


Estaciones INAMHI

500000

800000

1100000



500000

800000

1100000

Leyenda

-  Estaciones INAMHI
-  Perfil Ecuador
-  Colombia
-  Perú
-  Red Hidrológica
-  División Regional

SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM:
WGS 1984
UTM_ZONE_17S
ESCALA: 1:4.000.000
1 centímetro: 40 kilómetros
Formato A4

0 30 60 120 180 240 Km



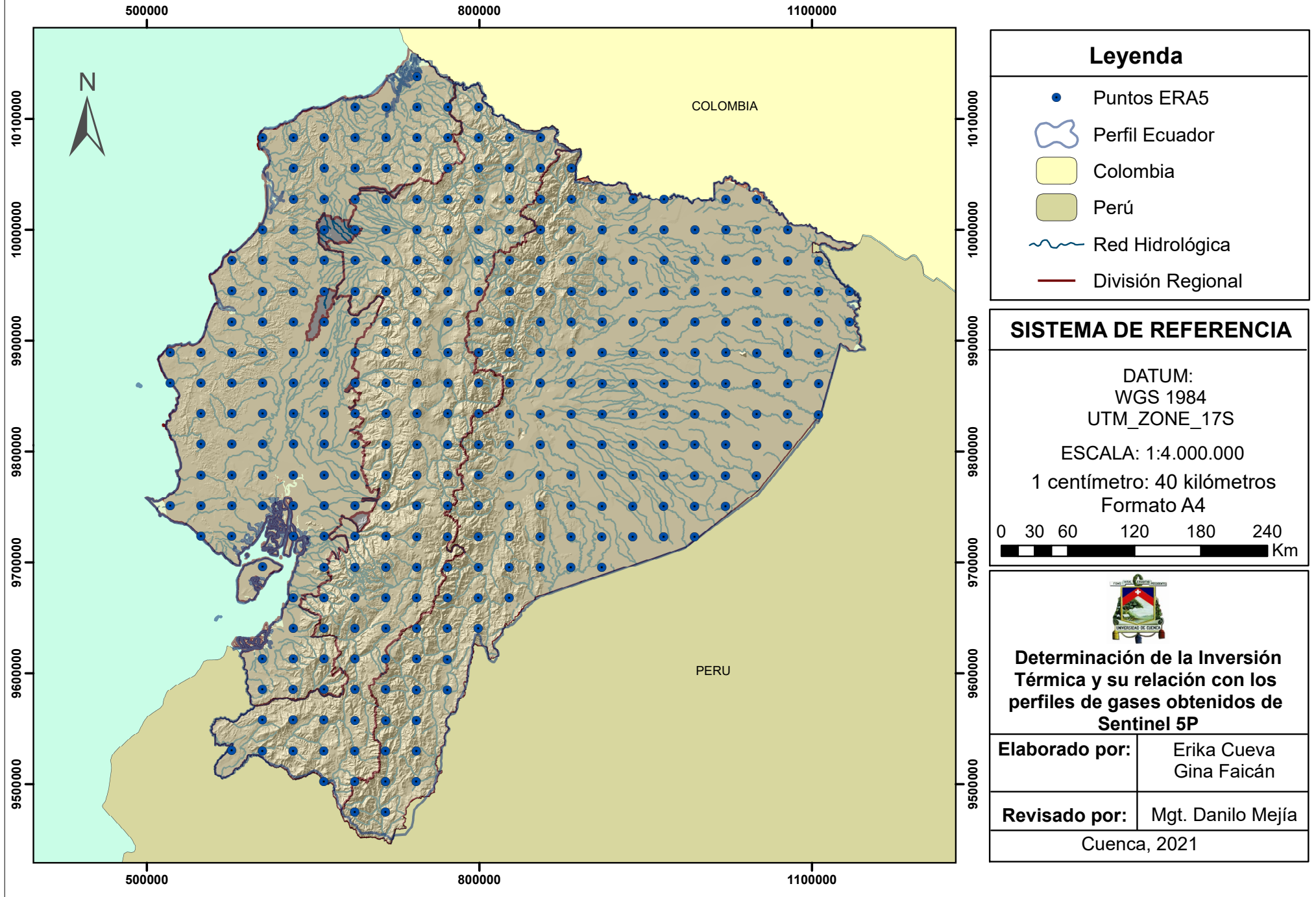
**Determinación de la Inversión
Térmica y su relación con los
perfiles de gases obtenidos de
Sentinel 5P**

Elaborado por: Erika Cueva
Gina Faicán

Revisado por: Mgt. Danilo Mejía

Cuenca, 2021

Puntos de Información ERA 5

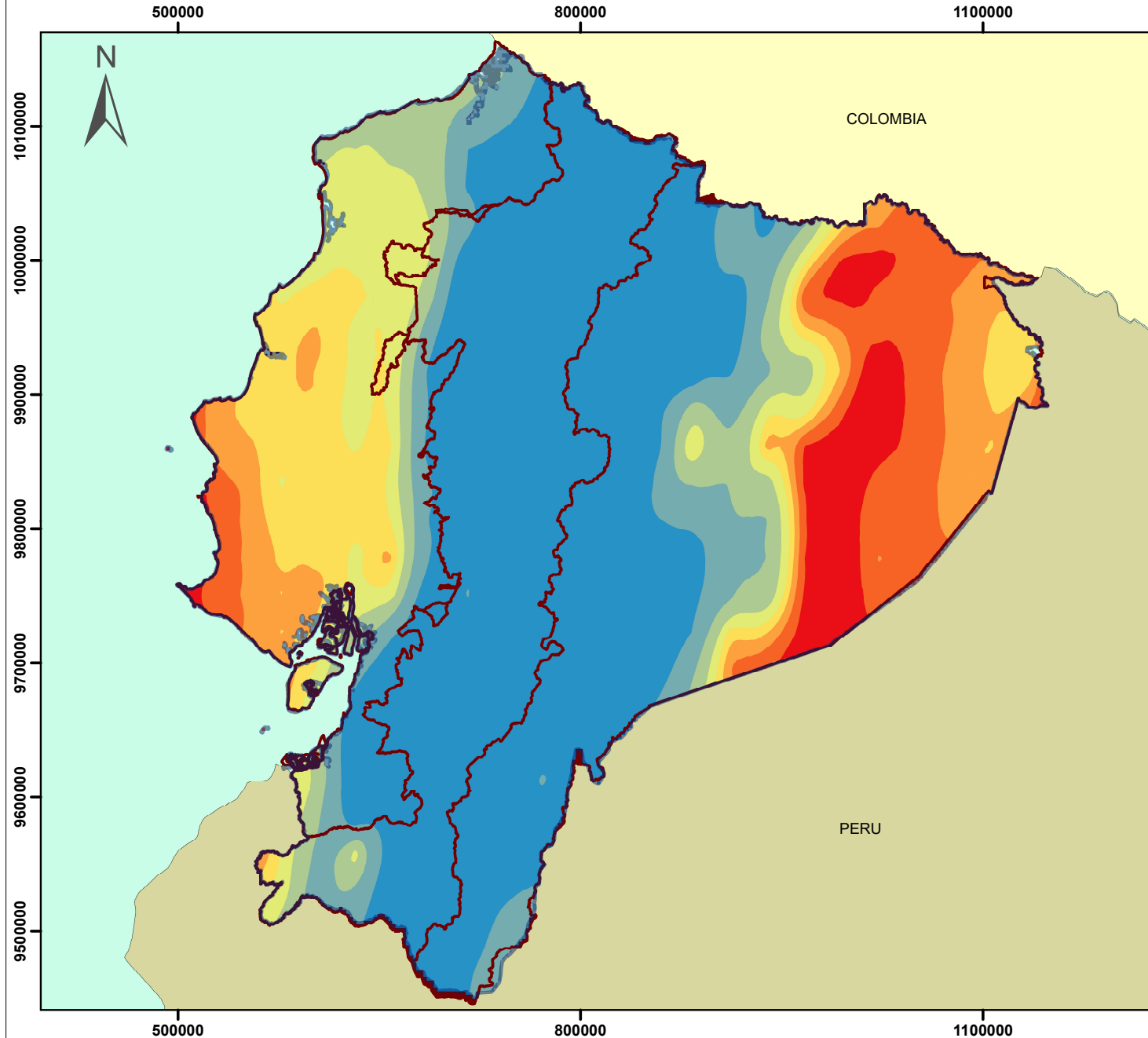




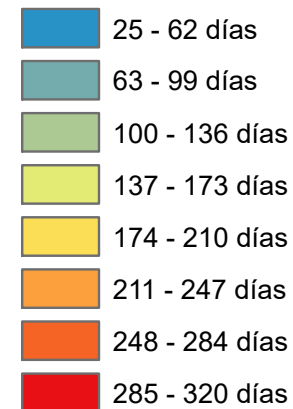
Apéndice 1.5: Frecuencia de Inversiones Térmicas

Días de Inversión Térmica

Periodo de Estudio: 05/12/2018 - 01/01/2020



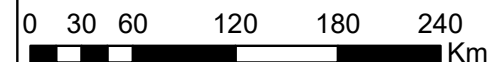
Leyenda



SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS 1984
UTM_ZONE_17S
ESCALA: 1:4.000.000

1 centímetro: 40 kilómetros
Formato: A4



Determinación de la Inversión Térmica y su relación con los perfiles de gases obtenidos de Sentinel 5P

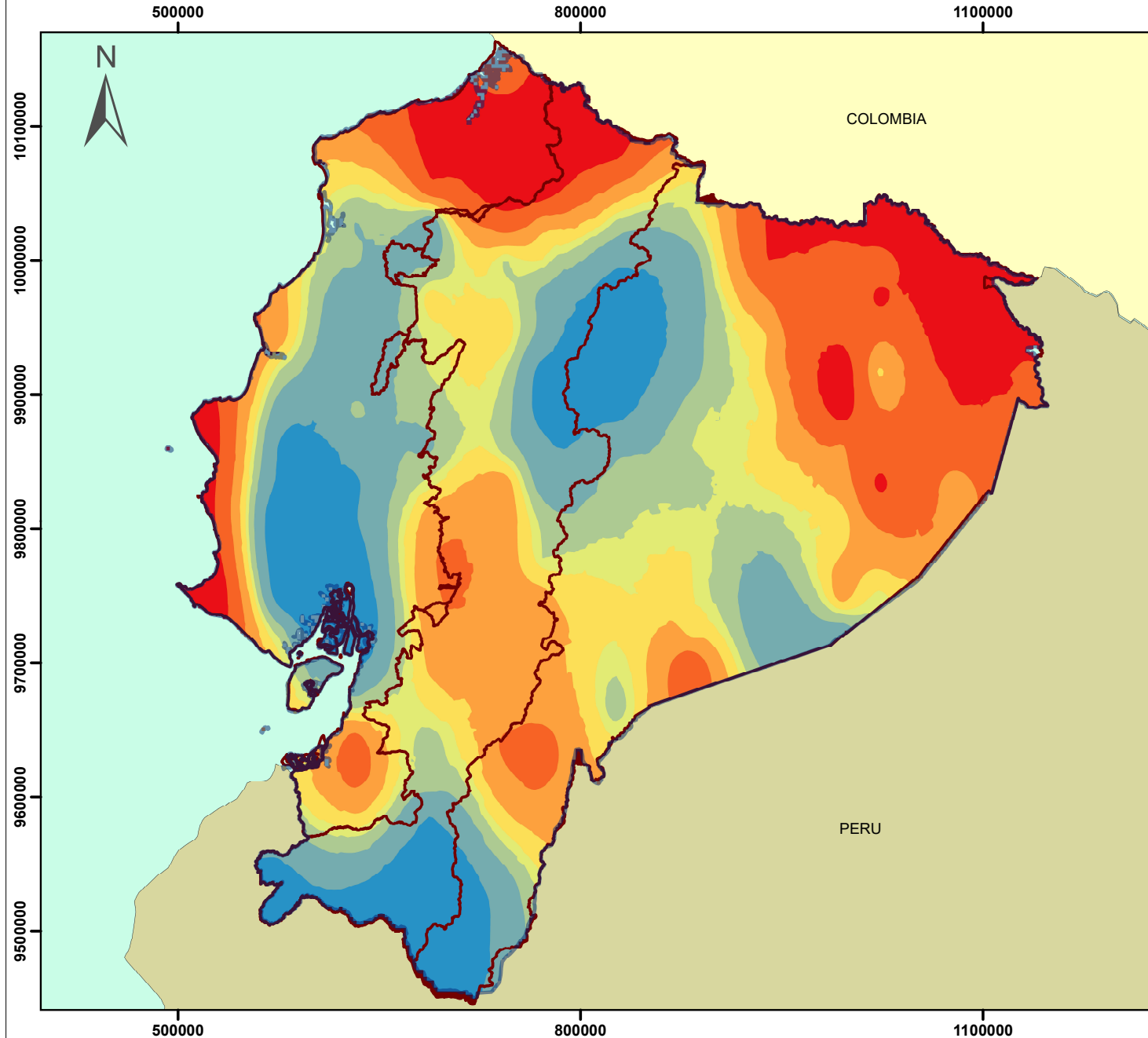
Elaborado por:	Erika Cueva Gina Faicán
Revisado por:	Mgt. Danilo Mejía

Cuenca, 2021

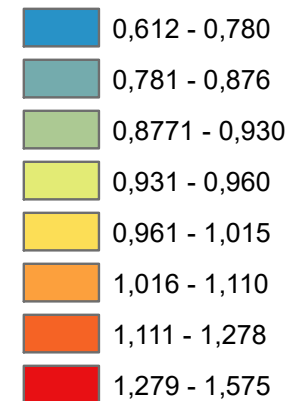


Apéndice 1.6: Comportamiento del Gradiente Adiabático Vertical en días de IT

Gradiente Adiabático Vertical Valores en días de IT



Leyenda



SISTEMA DE REFERENCIA

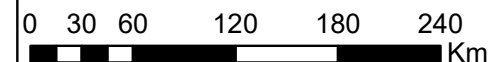
DATUM: WGS 1984

UTM_ZONE_17S

ESCALA: 1:4.000.000

1 centímetro: 40 kilómetros

Formato: A4



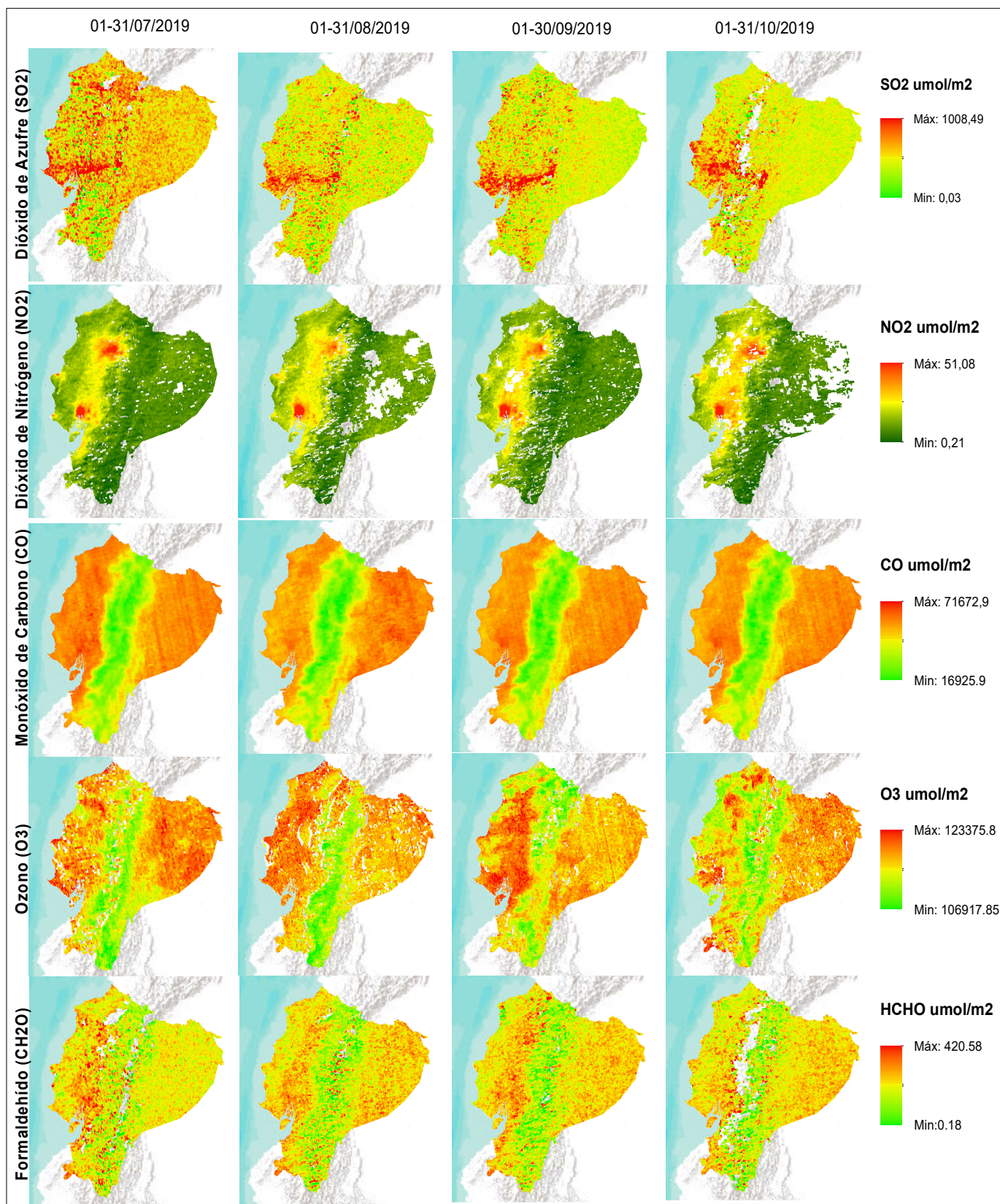
**Determinación de la Inversión
Térmica y su relación con los
perfiles de gases obtenidos de
Sentinel 5P**

Elaborado por:	Erika Cueva Gina Faicán
Revisado por:	Mgt. Danilo Mejía

Cuenca, 2021



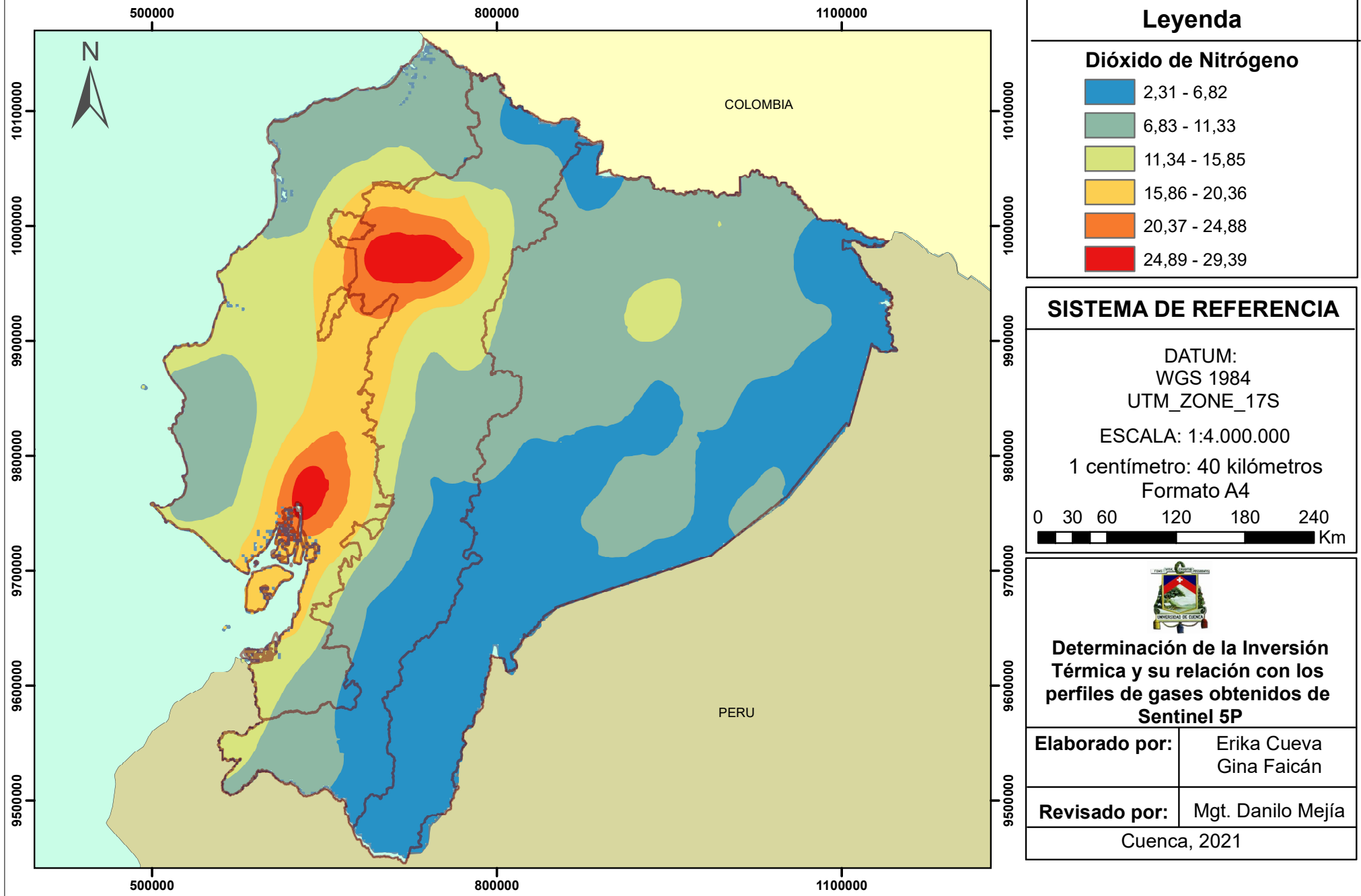
Apéndice 1.7: Concentración Promedio de Gases, en Meses De Inversión Térmica



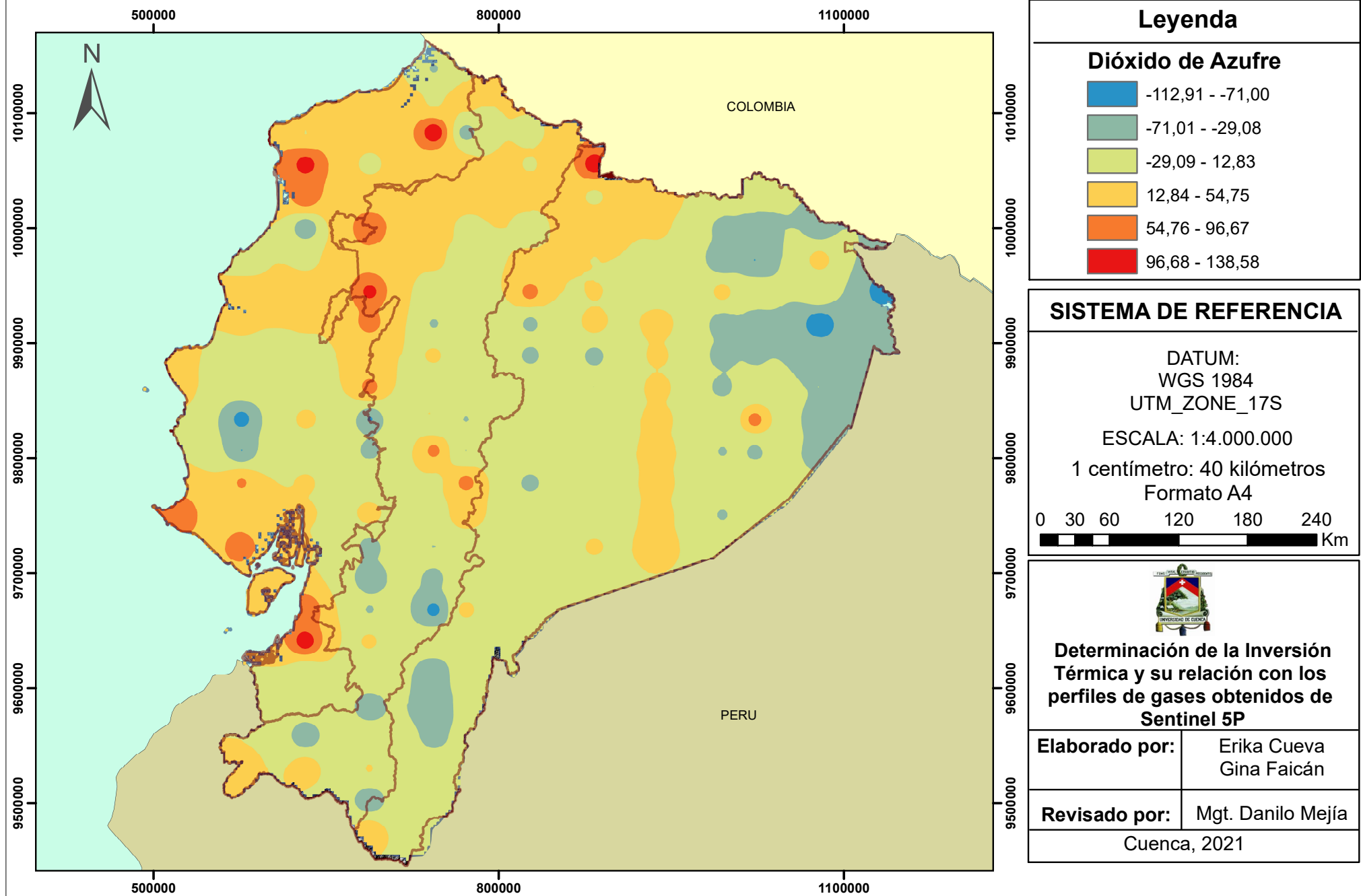


Apéndice 1.8: Concentraciones Promedio De Contaminantes

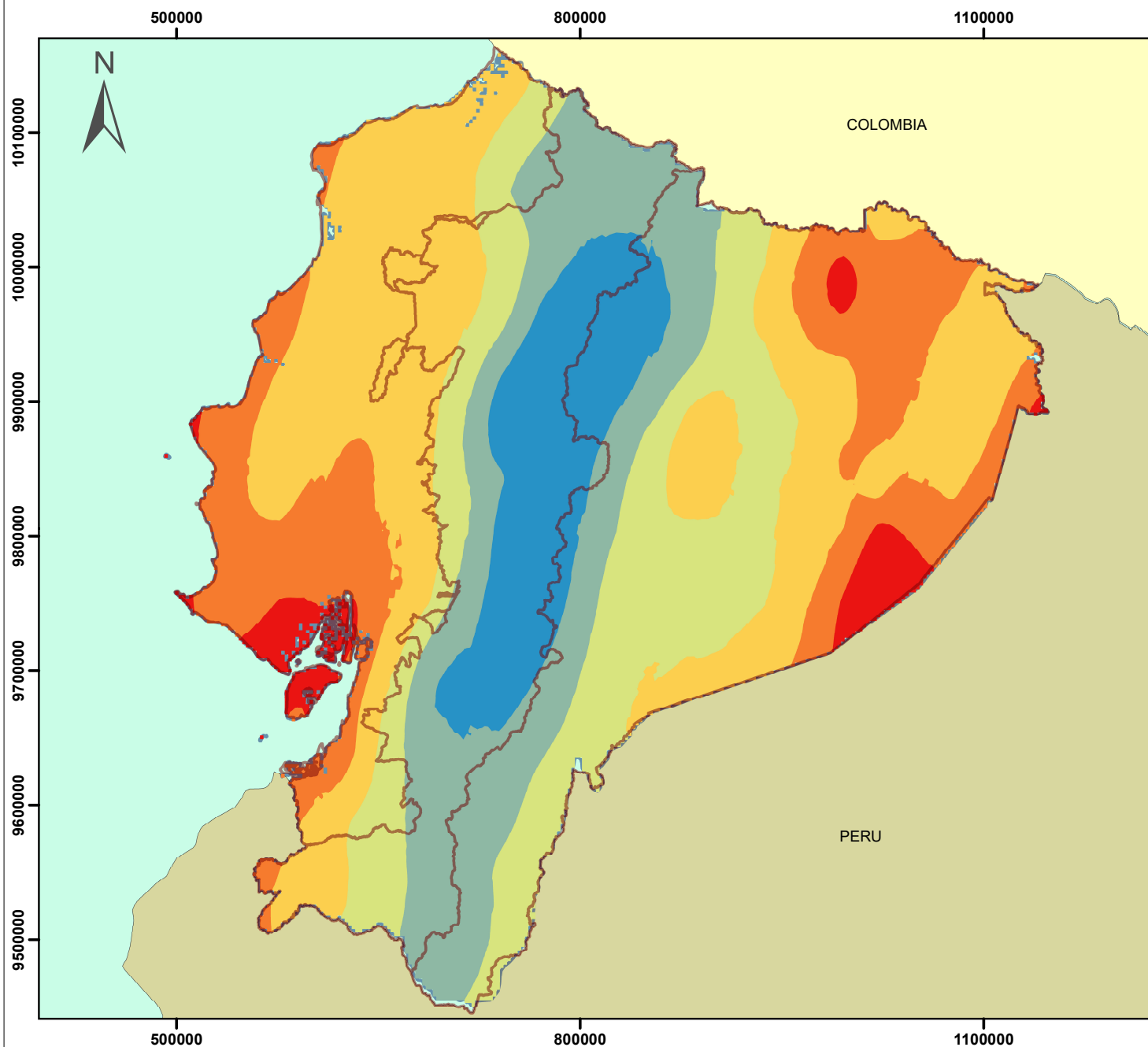
Concentración promedio de Dióxido de Nitrógeno (umol/m²) Periodo 5/dic/2018 - 1/ene/2020



Concentración promedio de Dióxido de Azufre (SO₂) Periodo 5/dic/2018 - 1/ene/2020

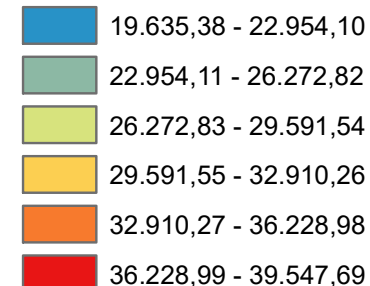


Concentración promedio de Monóxido de Carbono (umol/m2) Periodo 5/dic/2018 - 1/ene/2020



Legenda

Monóxido de Carbono

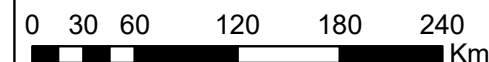


SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM:
WGS 1984
UTM_ZONE_17S

ESCALA: 1:4.000.000

1 centímetro: 40 kilómetros
Formato A4



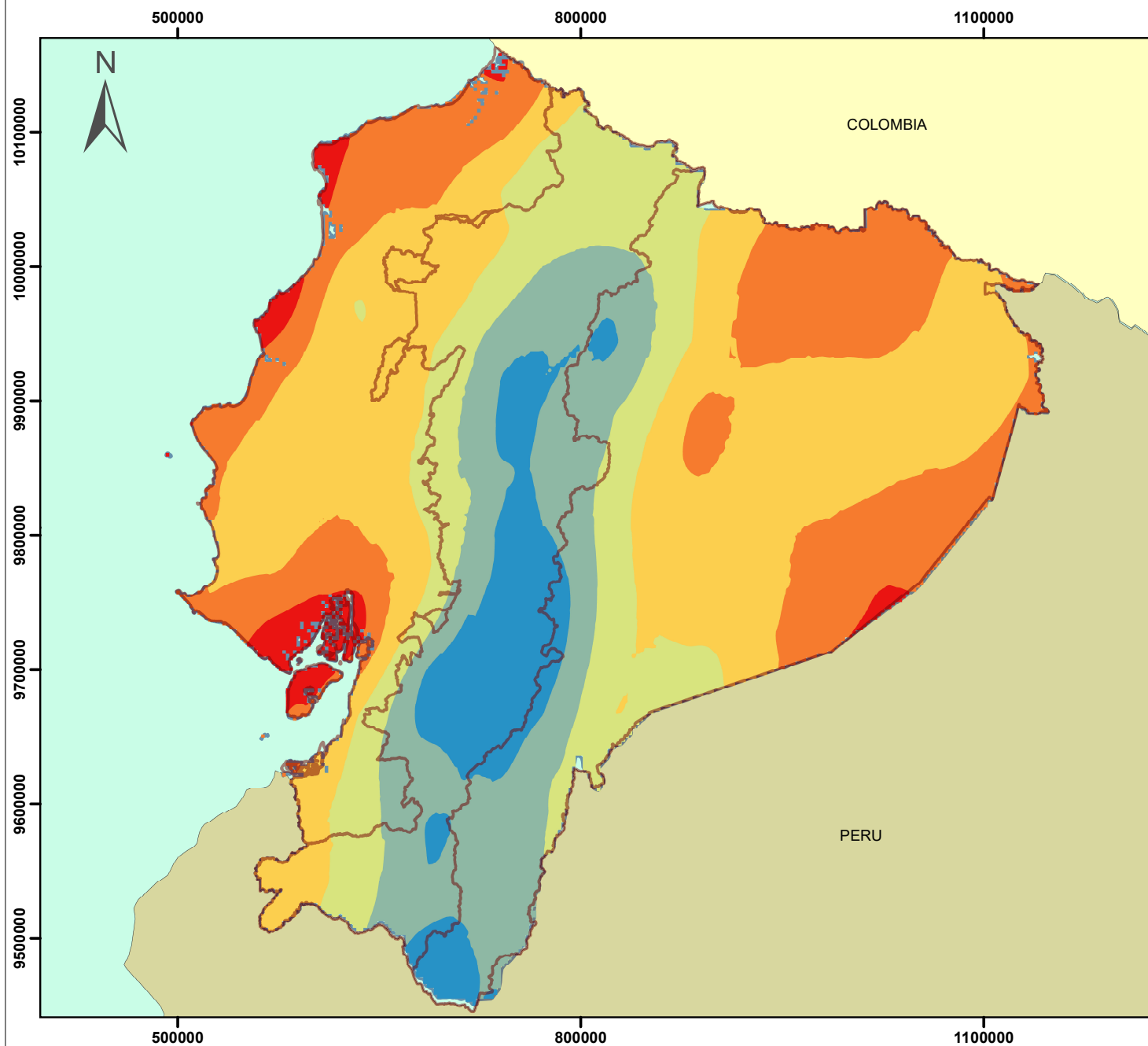
**Determinación de la Inversión
Térmica y su relación con los
perfiles de gases obtenidos de
Sentinel 5P**

Elaborado por: Erika Cueva
Gina Faicán

Revisado por: Mgt. Danilo Mejía

Cuenca, 2021

Concentración promedio de Ozono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) Periodo 5/dic/2018 - 1/ene/2020



Legenda

Ozono

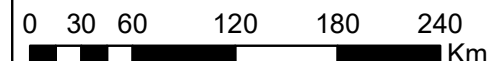
	113.145,04- 113.966,62
	113.966,63 - 114.788,21
	114.788,22 - 115.609,79
	115.609,8 - 116.431,37
	116.431,38 - 117.252,95
	117.252,96 - 118.074,53

SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM:
WGS 1984
UTM_ZONE_17S

ESCALA: 1:4.000.000

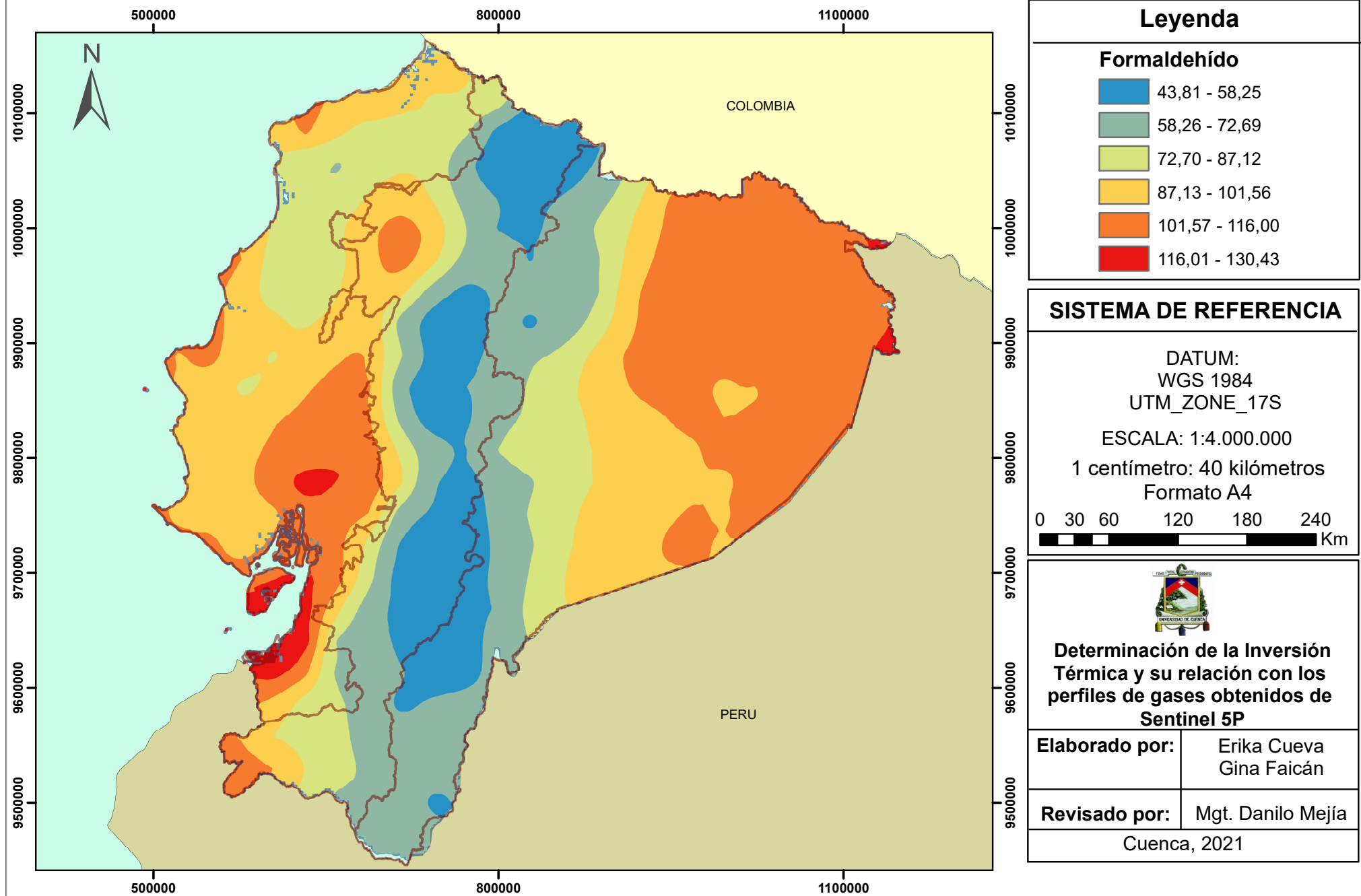
1 centímetro: 40 kilómetros
Formato A4



**Determinación de la Inversión
Térmica y su relación con los
perfiles de gases obtenidos de
Sentinel 5P**

Elaborado por:	Erika Cueva Gina Faicán
Revisado por:	Mgt. Danilo Mejía
Cuenca, 2021	

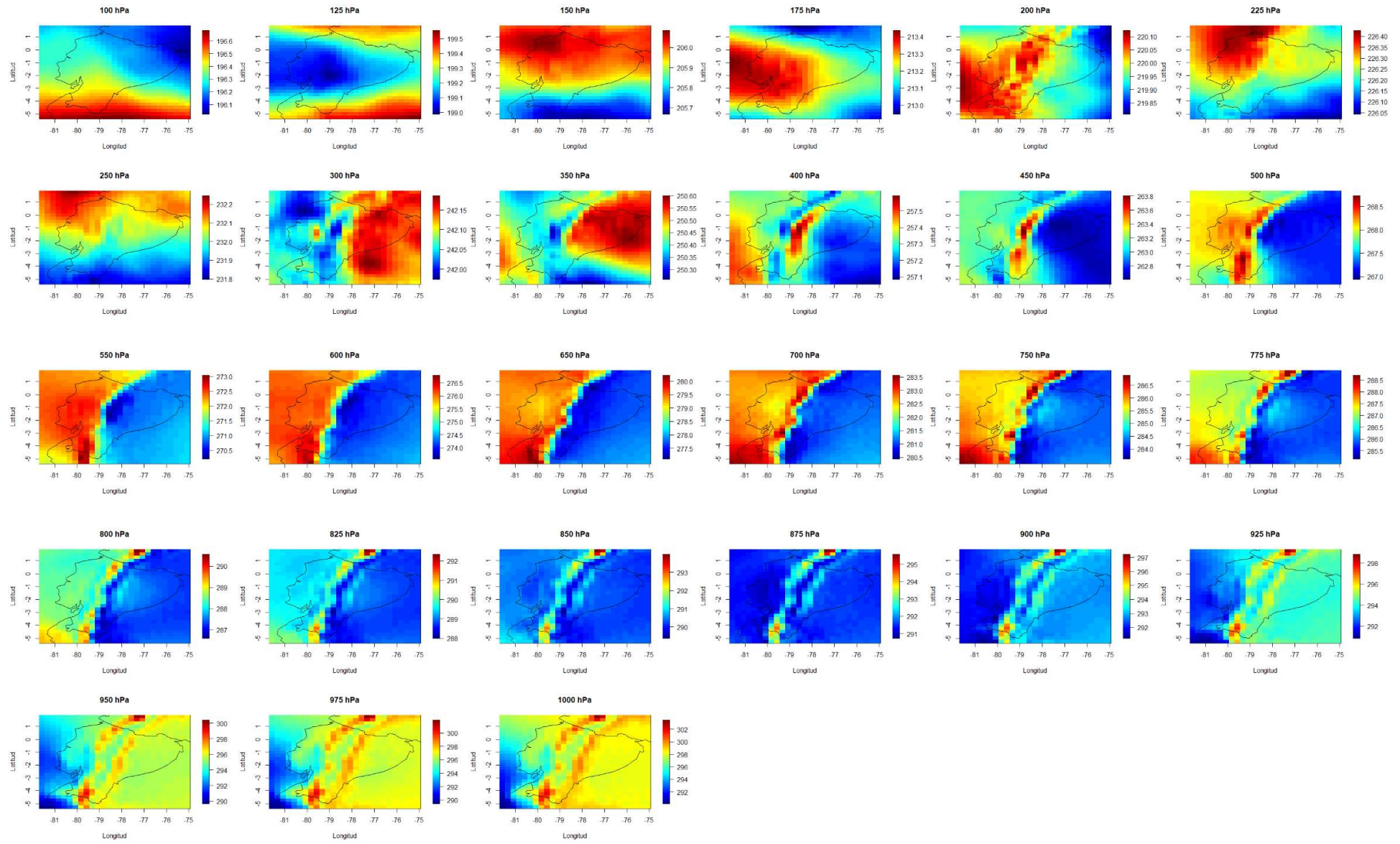
Concentración promedio de Formaldehído (umol/m²) Periodo 5/dic/2018 - 1/ene/2020



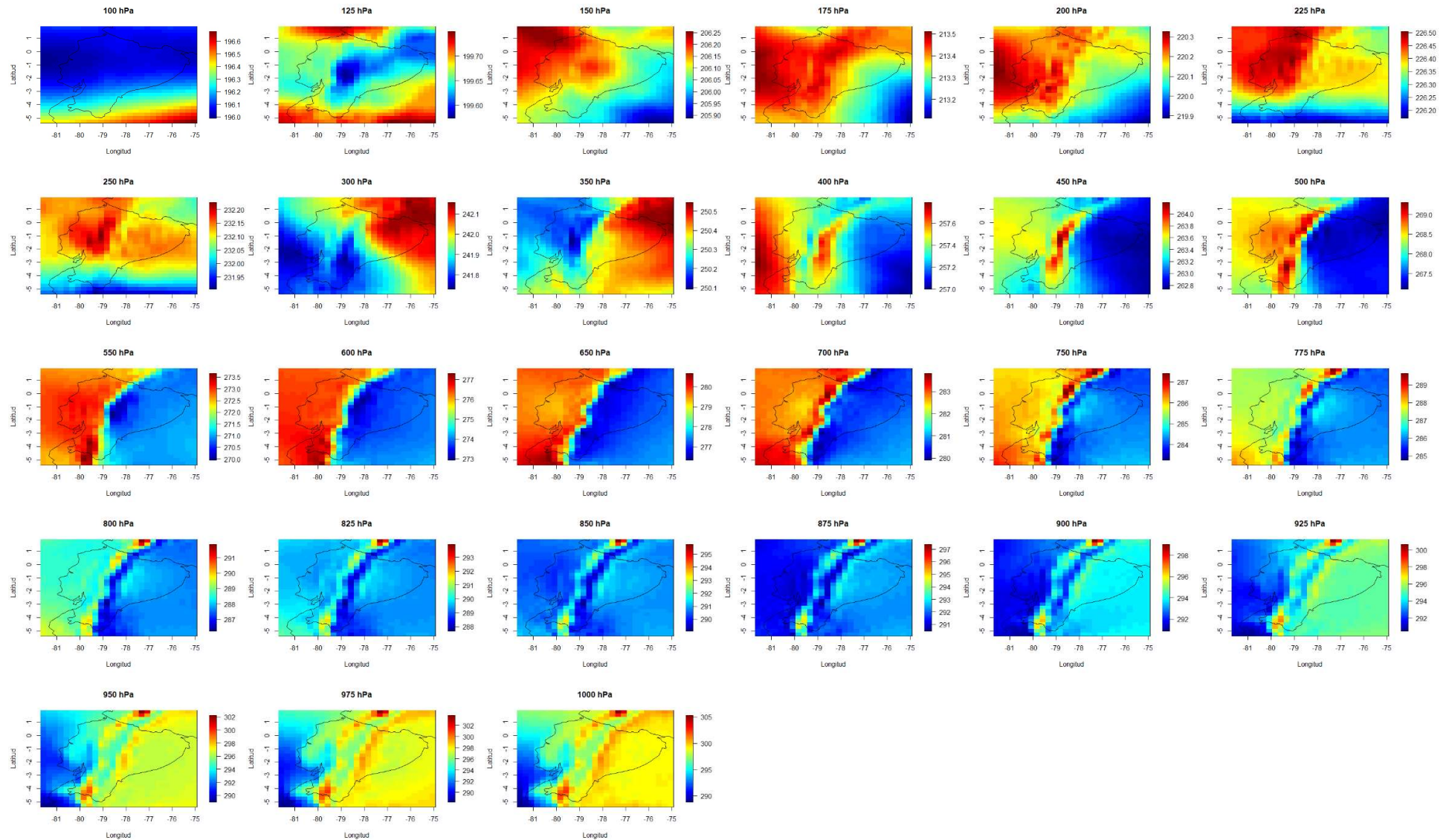


Apéndice 1.9:
Perfiles Verticales de Temperatura de ERA
5 en los meses de IT's

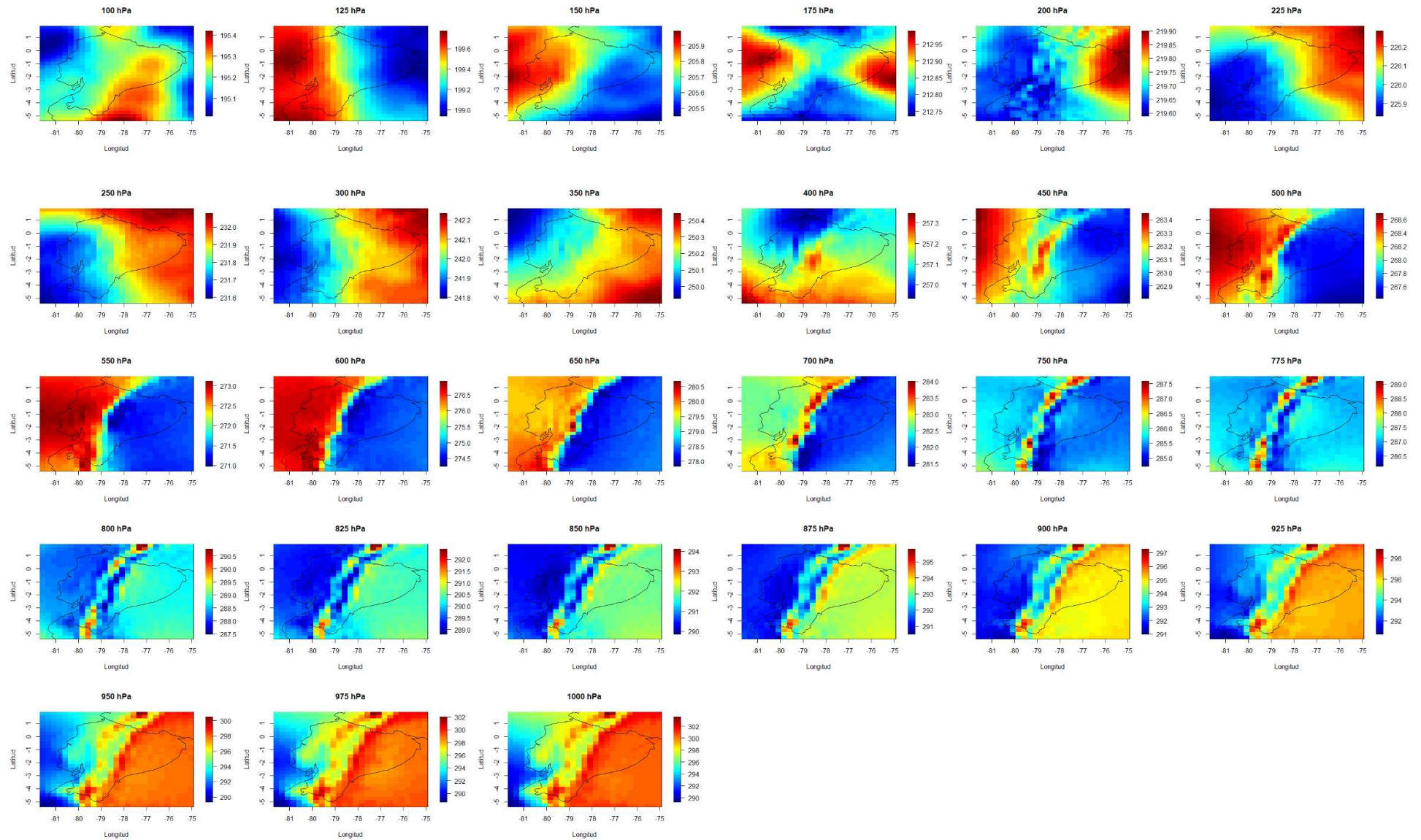
DATOS PROMEDIADOS MENSUALES DE ERA5 SOBRE LOS NIVELES DE PRESIÓN MES DE JULIO



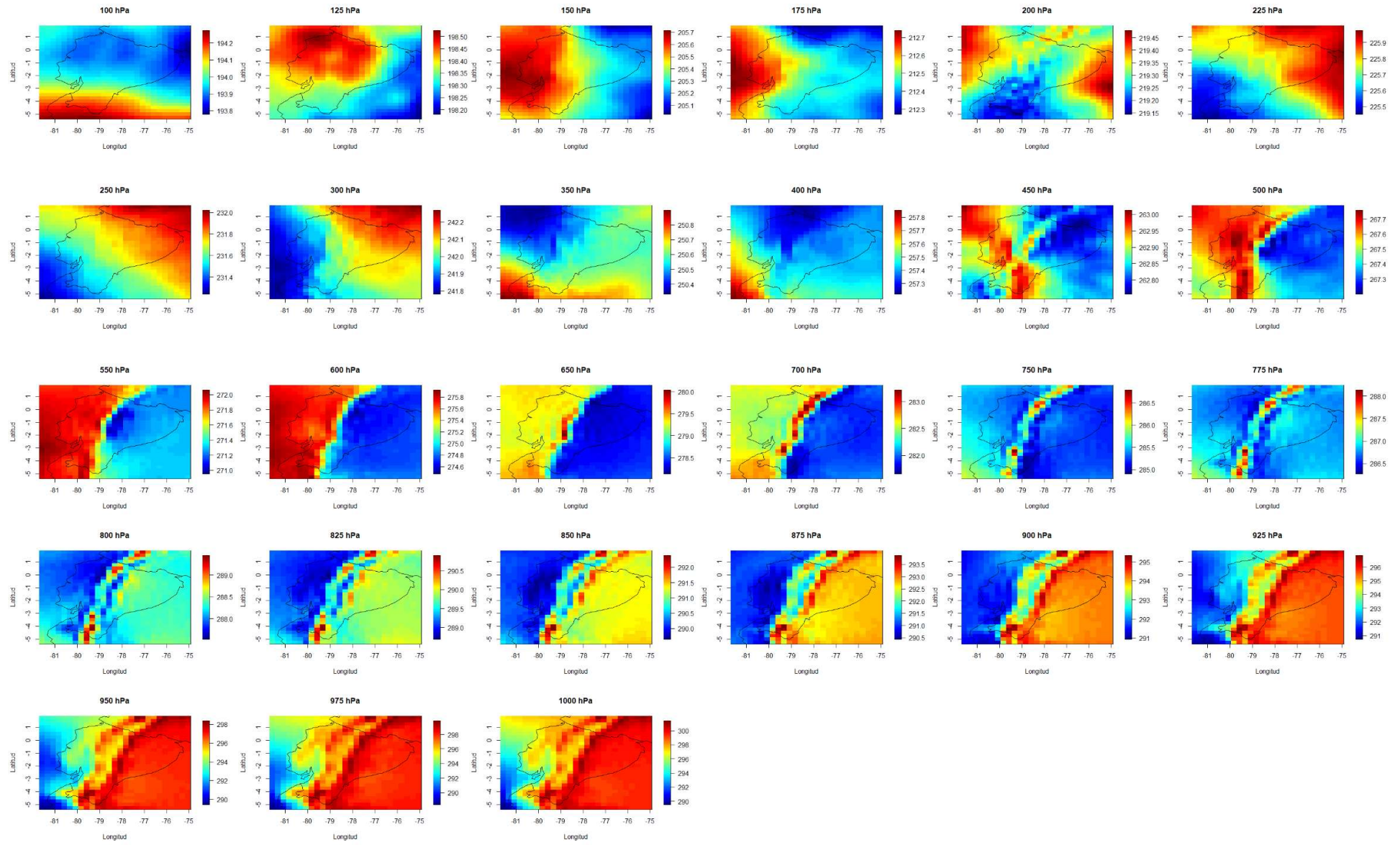
DATOS PROMEDIADOS MENSUALES DE ERA5 SOBRE LOS NIVELES DE PRESIÓN MES DE AGOSTO



DATOS PROMEDIADOS MENSUALES DE ERA5 SOBRE LOS NIVELES DE PRESIÓN MES DE SEPTIEMBRE



DATOS PROMEDIADOS MENSUALES DE ERA5 SOBRE LOS NIVELES DE PRESIÓN MES DE OCTUBRE





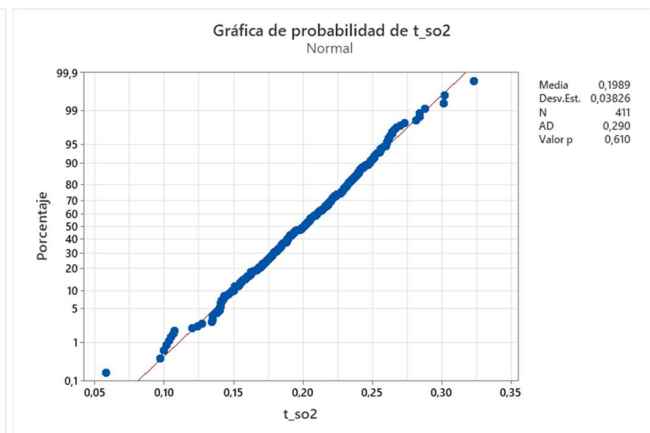
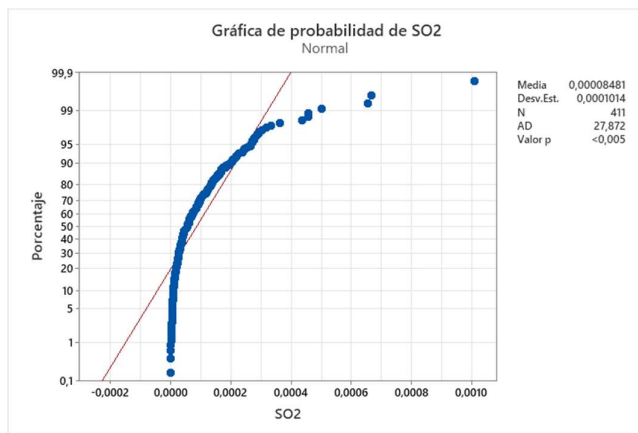
Apéndice 2:

Análisis Estadístico



Apéndice 2.1:

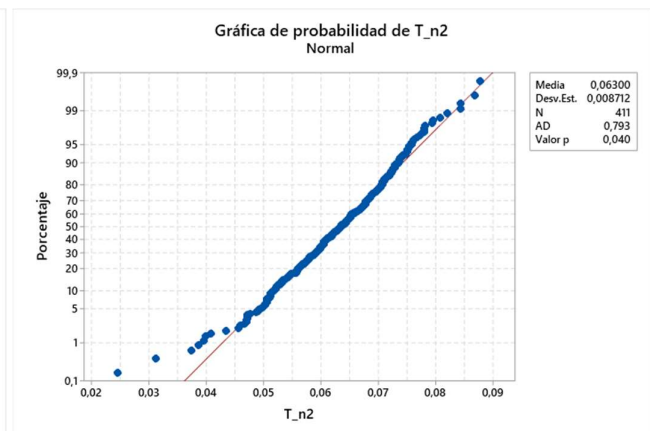
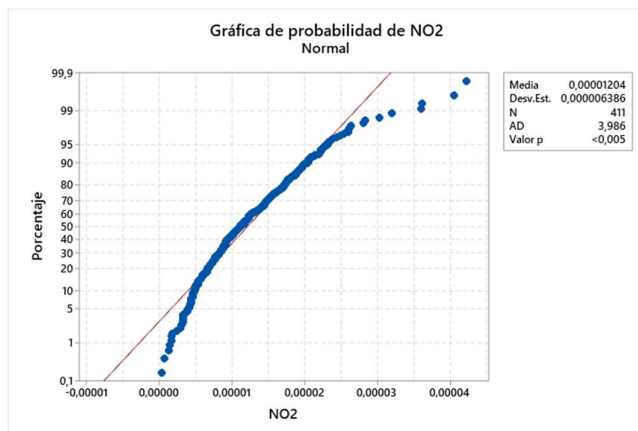
Pruebas de Normalidad Y Transformación Box-Cox



a

b

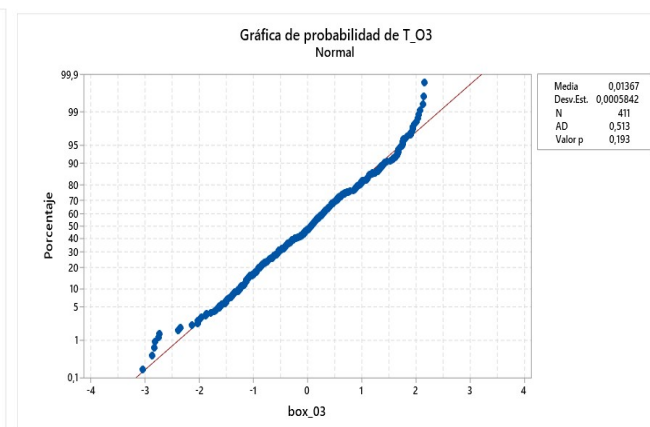
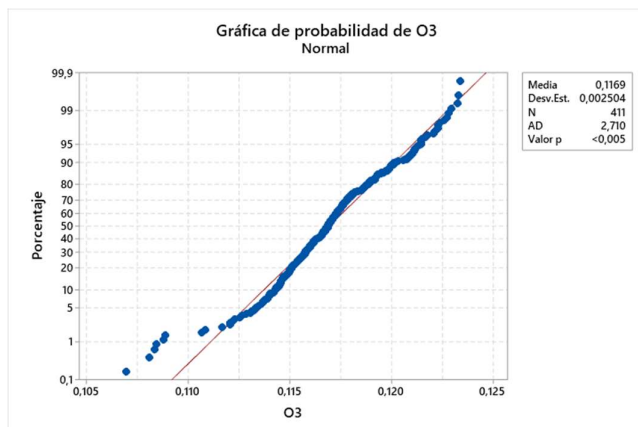
Ilustración 1 Prueba Anderson- Darling para SO_2 (a) antes de la transformación (b) después de la transformación Box Cox
Elaborado por: Autoras, 2021



a)

b)

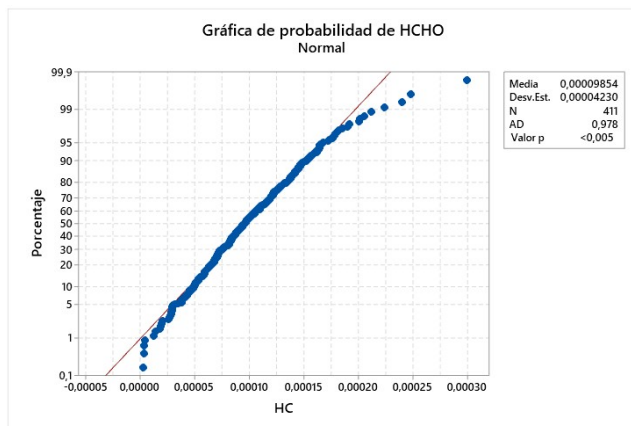
Ilustración 2. Prueba Anderson- Darling para NO_2 (a) antes de la transformación (b) después de la transformación Box Cox
Elaborado por: Autoras, 2021



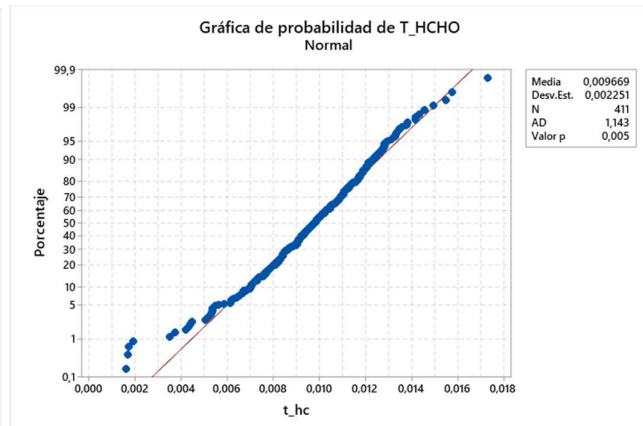
a)

b)

Ilustración 3. Prueba Anderson- Darling para O_3 (a) antes de la transformación (b) después de la transformación Box Cox
Elaborado por: Autoras, 2021



a)



b)

Ilustración 4. Prueba Anderson- Darling para HCHO (a) antes de la transformación (b) después de la transformación Box Cox
Elaborado por: Autoras, 2021

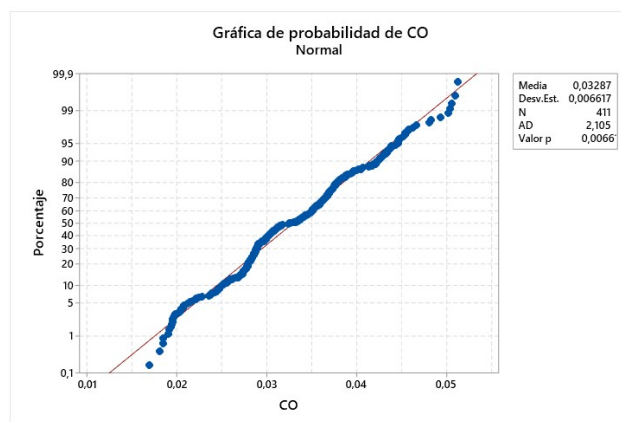


Ilustración 5. Prueba Anderson- Darling para CO
Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.2: Comportamiento del gradiente adiabático Series de Tiempo

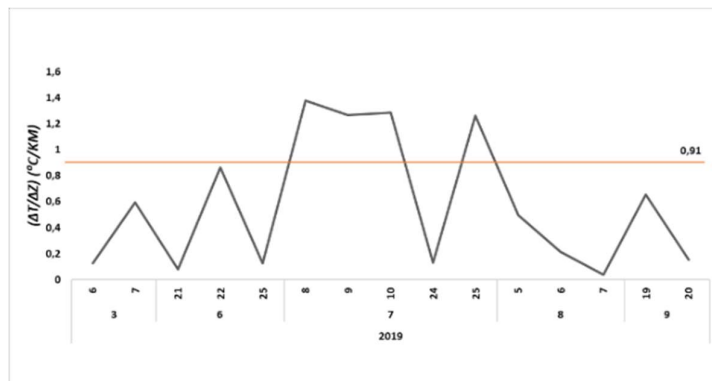
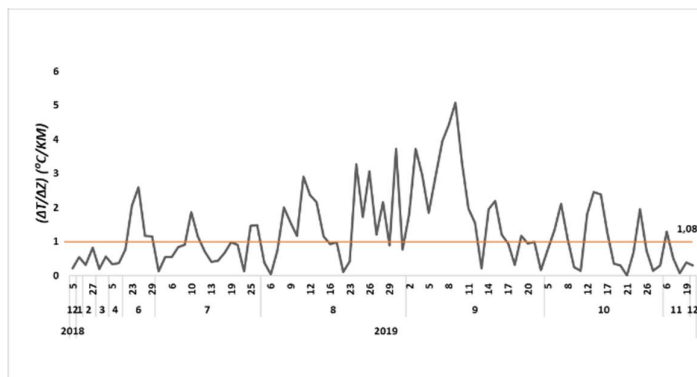
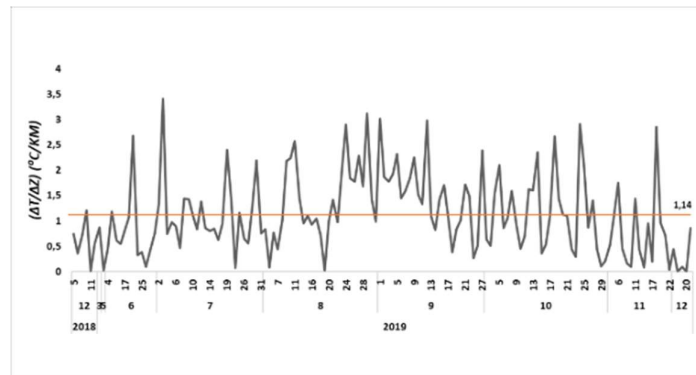
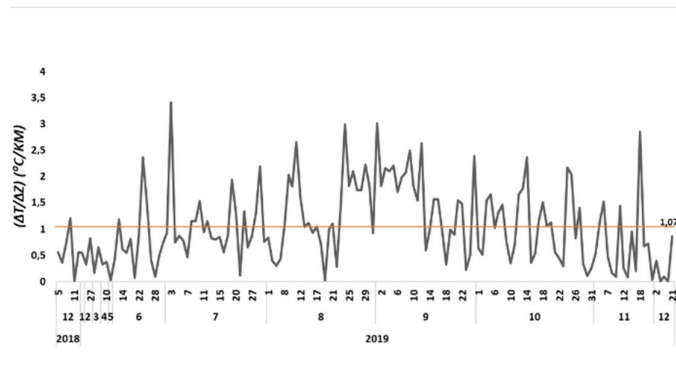
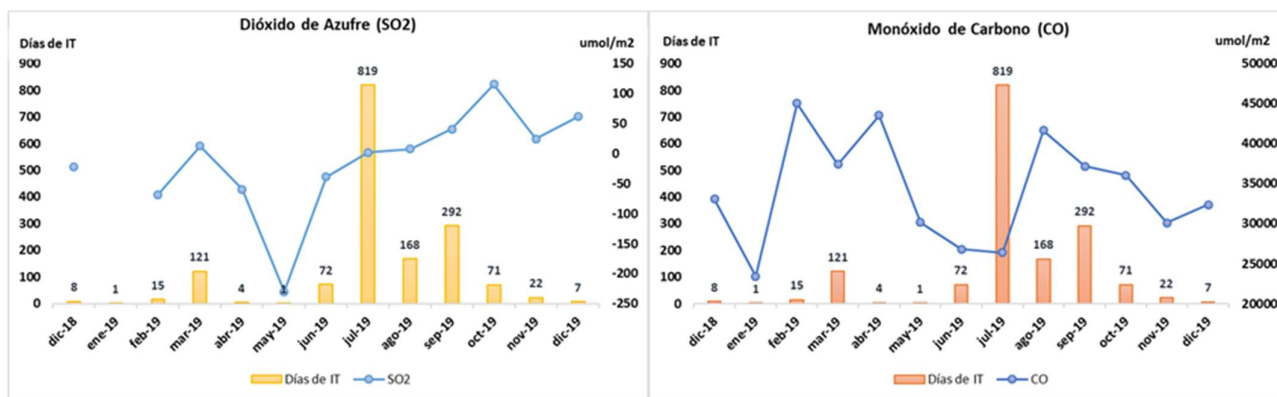


Ilustración 6. Series de tiempo para el comportamiento del gradiente térmico vertical de: a) Ecuador, b) Región Costa, c) Región Sierra, d) Región Oriente
Elaboración: Autoras, 2021

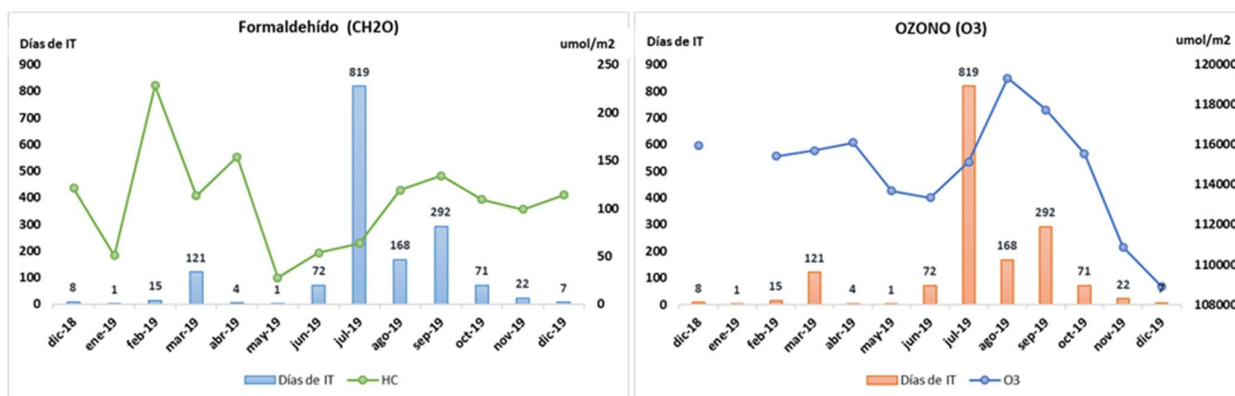


Apéndice 2.3: Comportamiento de la Concentración de Gases en Días con Presencia de IT



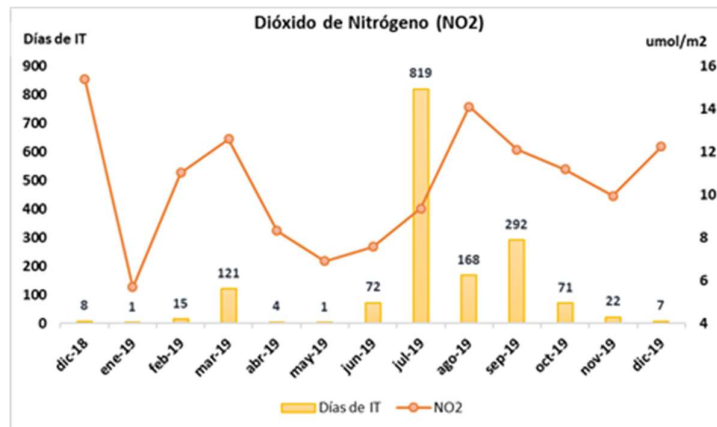
a)

b)



c)

d)



e)

Ilustración 6. Comportamiento de contaminantes en días de IT a) Dióxido de Azufre, b) Monóxido de Carbono, c) Formaldehído, d) Ozono, e) Dióxido de Nitrógeno

Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.3: Datos obtenidos de ERA 5



Apéndice 2.3.1: Datos Julio 2019

Píxel	Ubicación		Fecha	Nivel Presión 1	Nivel Presión 2	Temp. 1 (K)	Temp. 2 (K)	Fuerza (ΔT)	Base	Altura	Profundidad (ΔZ)	Gradiente °C/km
	x	y										
1	-78,8099976	1,25	9/7/2019	125	100	198,50	200,00	1,4992	14559,756	15797,254	1237,497	1,211
1	-78,8099976	1,25	10/7/2019	125	100	199,76	202,16	2,4061	14559,756	15797,254	1237,497	1,944
1	-78,8099976	1,25	25/7/2019	125	100	198,63	200,21	1,5802	14559,756	15797,254	1237,497	1,277
2	-79,3099976	1	9/7/2019	125	100	198,05	200,20	2,1494	14559,756	15797,254	1237,497	1,737
2	-79,3099976	1	10/7/2019	125	100	199,82	202,18	2,3598	14559,756	15797,254	1237,497	1,907
2	-79,3099976	1	25/7/2019	125	100	198,65	200,14	1,4813	14559,756	15797,254	1237,497	1,197
4	-78,8099976	1	9/7/2019	125	100	198,37	200,08	1,7009	14559,756	15797,254	1237,497	1,374
4	-78,8099976	1	10/7/2019	125	100	199,75	202,15	2,4011	14559,756	15797,254	1237,497	1,940
4	-78,8099976	1	25/7/2019	125	100	198,61	200,23	1,6188	14559,756	15797,254	1237,497	1,308
5	-78,5599976	1	9/7/2019	125	100	198,53	199,99	1,4639	14559,756	15797,254	1237,497	1,183
5	-78,5599976	1	10/7/2019	125	100	199,71	202,13	2,4189	14559,756	15797,254	1237,497	1,955
5	-78,5599976	1	25/7/2019	125	100	198,55	200,27	1,7161	14559,756	15797,254	1237,497	1,387
8	-79,8099976	0,75	8/7/2019	125	100	198,29	198,44	0,1535	14559,756	15797,254	1237,497	0,124
8	-79,8099976	0,75	9/7/2019	125	100	197,90	200,17	2,2699	14559,756	15797,254	1237,497	1,834
8	-79,8099976	0,75	10/7/2019	125	100	200,00	201,98	1,9754	14559,756	15797,254	1237,497	1,596
8	-79,8099976	0,75	25/7/2019	125	100	198,62	200,09	1,4660	14559,756	15797,254	1237,497	1,185
10	-79,3099976	0,75	9/7/2019	125	100	197,95	200,23	2,2795	14559,756	15797,254	1237,497	1,842
10	-79,3099976	0,75	10/7/2019	125	100	199,81	202,13	2,3208	14559,756	15797,254	1237,497	1,875
10	-79,3099976	0,75	25/7/2019	125	100	198,63	200,15	1,5241	14559,756	15797,254	1237,497	1,232
12	-78,8099976	0,75	9/7/2019	125	100	198,28	200,14	1,8603	14559,756	15797,254	1237,497	1,503
12	-78,8099976	0,75	10/7/2019	125	100	199,74	202,13	2,3899	14559,756	15797,254	1237,497	1,931
12	-78,8099976	0,75	25/7/2019	125	100	198,58	200,24	1,6556	14559,756	15797,254	1237,497	1,338
13	-78,5599976	0,75	9/7/2019	125	100	198,45	200,06	1,6094	14559,756	15797,254	1237,497	1,301
13	-78,5599976	0,75	10/7/2019	125	100	199,70	202,10	2,4097	14559,756	15797,254	1237,497	1,947
13	-78,5599976	0,75	25/7/2019	125	100	198,52	200,27	1,7501	14559,756	15797,254	1237,497	1,414
15	-78,0599976	0,75	9/7/2019	125	100	198,62	199,91	1,2857	14559,756	15797,254	1237,497	1,039
15	-78,0599976	0,75	10/7/2019	125	100	199,56	202,10	2,5439	14559,756	15797,254	1237,497	2,056
15	-78,0599976	0,75	25/7/2019	125	100	198,38	200,32	1,9396	14559,756	15797,254	1237,497	1,567
17	-79,8099976	0,5	8/7/2019	125	100	197,96	198,63	0,6732	14559,756	15797,254	1237,497	0,544
17	-79,8099976	0,5	9/7/2019	125	100	197,87	200,14	2,2739	14559,756	15797,254	1237,497	1,837
17	-79,8099976	0,5	10/7/2019	125	100	199,98	201,92	1,9402	14559,756	15797,254	1237,497	1,568
17	-79,8099976	0,5	25/7/2019	125	100	198,60	200,13	1,5284	14559,756	15797,254	1237,497	1,235
19	-79,3099976	0,5	9/7/2019	125	100	197,94	200,21	2,2687	14559,756	15797,254	1237,497	1,833
19	-79,3099976	0,5	10/7/2019	125	100	199,81	202,08	2,2683	14559,756	15797,254	1237,497	1,833
19	-79,3099976	0,5	25/7/2019	125	100	198,61	200,17	1,5644	14559,756	15797,254	1237,497	1,264
21	-78,8099976	0,5	9/7/2019	125	100	198,21	200,16	1,9497	14559,756	15797,254	1237,497	1,576
21	-78,8099976	0,5	10/7/2019	125	100	199,73	202,10	2,3659	14559,756	15797,254	1237,497	1,912
21	-78,8099976	0,5	25/7/2019	125	100	198,55	200,24	1,6934	14559,756	15797,254	1237,497	1,368
22	-78,5599976	0,5	9/7/2019	125	100	198,36	200,10	1,7315	14559,756	15797,254	1237,497	1,399
22	-78,5599976	0,5	10/7/2019	125	100	199,69	202,07	2,3887	14559,756	15797,254	1237,497	1,930
22	-78,5599976	0,5	25/7/2019	125	100	198,49	200,27	1,7822	14559,756	15797,254	1237,497	1,440
24	-78,0599976	0,5	9/7/2019	125	100	198,57	199,98	1,4086	14559,756	15797,254	1237,497	1,138
24	-78,0599976	0,5	10/7/2019	125	100	199,57	202,07	2,4953	14559,756	15797,254	1237,497	2,016
24	-78,0599976	0,5	25/7/2019	125	100	198,39	200,31	1,9176	14559,756	15797,254	1237,497	1,550
26	-77,5599976	0,5	9/7/2019	125	100	198,72	199,81	1,0893	14559,756	15797,254	1237,497	0,880
26	-77,5599976	0,5	10/7/2019	125	100	199,37	202,18	2,8101	14559,756	15797,254	1237,497	2,271
26	-77,5599976	0,5	25/7/2019	125	100	198,35	200,38	2,0373	14559,756	15797,254	1237,497	1,646
27	-79,8099976	0,25	8/7/2019	125	100	197,69	198,79	1,0985	14559,756	15797,254	1237,497	0,888
27	-79,8099976	0,25	9/7/2019	125	100	197,91	200,09	2,1814	14559,756	15797,254	1237,497	1,763
27	-79,8099976	0,25	10/7/2019	125	100	199,99	201,85	1,8667	14559,756	15797,254	1237,497	1,508
27	-79,8099976	0,25	24/7/2019	125	100	197,75	197,78	0,0202	14559,756	15797,254	1237,497	0,016
27	-79,8099976	0,25	25/7/2019	125	100	198,62	200,18	1,5632	14559,756	15797,254	1237,497	1,263
29	-79,3099976	0,25	8/7/2019	125	100	198,01	198,52	0,5163	14559,756	15797,254	1237,497	0,417
29	-79,3099976	0,25	9/7/2019	125	100	198,01	200,16	2,1519	14559,756	15797,254	1237,497	1,739
29	-79,3099976	0,25	10/7/2019	125	100	199,81	202,02	2,2059	14559,756	15797,254	1237,497	1,783
29	-79,3099976	0,25	24/7/2019	125	100	197,57	197,59	0,0226	14559,756	15797,254	1237,497	0,018
29	-79,3099976	0,25	25/7/2019	125	100	198,61	200,21	1,5978	14559,756	15797,254	1237,497	1,291
31	-78,8099976	0,25	9/7/2019	125	100	198,21	200,13	1,9204	14559,756	15797,254	1237,497	1,552
31	-78,8099976	0,25	10/7/2019	125	100	199,73	202,06	2,3271	14559,756	15797,254	1237,497	1,880
31	-78,8099976	0,25	25/7/2019	125	100	198,54	200,26	1,7180	14559,756	15797,254	1237,497	1,388

32	-78,5599976	0,25	9/7/2019	125	100	198,32	200,08	1,7610	14559,756	15797,254	1237,497	1,423
32	-78,5599976	0,25	10/7/2019	125	100	199,70	202,04	2,3351	14559,756	15797,254	1237,497	1,887
32	-78,5599976	0,25	24/7/2019	125	100	197,46	197,47	0,0085	14559,756	15797,254	1237,497	0,007
32	-78,5599976	0,25	25/7/2019	125	100	198,48	200,27	1,7950	14559,756	15797,254	1237,497	1,451
34	-78,0599976	0,25	9/7/2019	125	100	198,49	200,01	1,5191	14559,756	15797,254	1237,497	1,228
34	-78,0599976	0,25	10/7/2019	125	100	199,59	202,04	2,4582	14559,756	15797,254	1237,497	1,986
34	-78,0599976	0,25	24/7/2019	125	100	197,41	197,42	0,0110	14559,756	15797,254	1237,497	0,009
34	-78,0599976	0,25	25/7/2019	125	100	198,40	200,30	1,9005	14559,756	15797,254	1237,497	1,536
36	-77,5599976	0,25	9/7/2019	125	100	198,63	199,90	1,2624	14559,756	15797,254	1237,497	1,020
36	-77,5599976	0,25	10/7/2019	125	100	199,39	202,14	2,7511	14559,756	15797,254	1237,497	2,223
36	-77,5599976	0,25	25/7/2019	125	100	198,38	200,37	1,9880	14559,756	15797,254	1237,497	1,606
38	-77,0599976	0,25	9/7/2019	125	100	198,74	199,75	1,0144	14559,756	15797,254	1237,497	0,820
38	-77,0599976	0,25	10/7/2019	125	100	199,17	202,26	3,0884	14559,756	15797,254	1237,497	2,496
38	-77,0599976	0,25	25/7/2019	125	100	198,36	200,45	2,0876	14559,756	15797,254	1237,497	1,687
40	-76,3099976	0,25	9/7/2019	125	100	198,78	199,62	0,8429	14559,756	15797,254	1237,497	0,681
40	-76,3099976	0,25	10/7/2019	125	100	198,90	202,25	3,3471	14559,756	15797,254	1237,497	2,705
40	-76,3099976	0,25	25/7/2019	125	100	198,33	200,47	2,1427	14559,756	15797,254	1237,497	1,731
43	-79,8099976	0	8/7/2019	125	100	197,51	198,90	1,3947	14559,756	15797,254	1237,497	1,127
43	-79,8099976	0	9/7/2019	125	100	197,99	200,02	2,0243	14559,756	15797,254	1237,497	1,636
43	-79,8099976	0	10/7/2019	125	100	200,03	201,78	1,7449	14559,756	15797,254	1237,497	1,410
43	-79,8099976	0	24/7/2019	125	100	197,72	197,78	0,0528	14559,756	15797,254	1237,497	0,043
43	-79,8099976	0	25/7/2019	125	100	198,66	200,23	1,5731	14559,756	15797,254	1237,497	1,271
45	-79,3099976	0	8/7/2019	125	100	197,67	198,80	1,1232	14559,756	15797,254	1237,497	0,908
45	-79,3099976	0	9/7/2019	125	100	198,08	200,09	2,0103	14559,756	15797,254	1237,497	1,624
45	-79,3099976	0	10/7/2019	125	100	199,82	201,95	2,1247	14559,756	15797,254	1237,497	1,717
45	-79,3099976	0	24/7/2019	125	100	197,54	197,61	0,0637	14559,756	15797,254	1237,497	0,051
45	-79,3099976	0	25/7/2019	125	100	198,62	200,24	1,6255	14559,756	15797,254	1237,497	1,314
47	-78,8099976	0	8/7/2019	125	100	198,20	198,33	0,1296	14559,756	15797,254	1237,497	0,105
47	-78,8099976	0	9/7/2019	125	100	198,22	200,06	1,8358	14559,756	15797,254	1237,497	1,483
47	-78,8099976	0	10/7/2019	125	100	199,73	202,01	2,2794	14559,756	15797,254	1237,497	1,842
47	-78,8099976	0	24/7/2019	125	100	197,48	197,49	0,0115	14559,756	15797,254	1237,497	0,009
47	-78,8099976	0	25/7/2019	125	100	198,53	200,27	1,7464	14559,756	15797,254	1237,497	1,411
48	-78,5599976	0	9/7/2019	125	100	198,29	200,01	1,7162	14559,756	15797,254	1237,497	1,387
48	-78,5599976	0	10/7/2019	125	100	199,73	202,00	2,2727	14559,756	15797,254	1237,497	1,837
48	-78,5599976	0	24/7/2019	125	100	197,46	197,50	0,0401	14559,756	15797,254	1237,497	0,032
48	-78,5599976	0	25/7/2019	125	100	198,47	200,28	1,8122	14559,756	15797,254	1237,497	1,464
50	-78,0599976	0	9/7/2019	125	100	198,42	199,98	1,5611	14559,756	15797,254	1237,497	1,262
50	-78,0599976	0	10/7/2019	125	100	199,61	202,02	2,4107	14559,756	15797,254	1237,497	1,948
50	-78,0599976	0	24/7/2019	125	100	197,37	197,49	0,1207	14559,756	15797,254	1237,497	0,098
50	-78,0599976	0	25/7/2019	125	100	198,40	200,29	1,8931	14559,756	15797,254	1237,497	1,530
52	-77,5599976	0	9/7/2019	125	100	198,54	199,94	1,4004	14559,756	15797,254	1237,497	1,132
52	-77,5599976	0	10/7/2019	125	100	199,41	202,09	2,6886	14559,756	15797,254	1237,497	2,173
52	-77,5599976	0	24/7/2019	125	100	197,37	197,43	0,0613	14559,756	15797,254	1237,497	0,050
52	-77,5599976	0	25/7/2019	125	100	198,41	200,35	1,9488	14559,756	15797,254	1237,497	1,575
54	-77,0599976	0	9/7/2019	125	100	198,63	199,82	1,1876	14559,756	15797,254	1237,497	0,960
54	-77,0599976	0	10/7/2019	125	100	199,17	202,21	3,0352	14559,756	15797,254	1237,497	2,453
54	-77,0599976	0	25/7/2019	125	100	198,37	200,43	2,0655	14559,756	15797,254	1237,497	1,669
56	-76,5599976	0	9/7/2019	125	100	198,65	199,75	1,0990	14559,756	15797,254	1237,497	0,888
56	-76,5599976	0	10/7/2019	125	100	198,98	202,23	3,2430	14559,756	15797,254	1237,497	2,621
56	-76,5599976	0	25/7/2019	125	100	198,34	200,45	2,1095	14559,756	15797,254	1237,497	1,705
57	-76,3099976	0	9/7/2019	125	100	198,65	199,71	1,0604	14559,756	15797,254	1237,497	0,857
57	-76,3099976	0	10/7/2019	125	100	198,91	202,20	3,2920	14559,756	15797,254	1237,497	2,660
57	-76,3099976	0	25/7/2019	125	100	198,34	200,45	2,1047	14559,756	15797,254	1237,497	1,701
59	-75,8099976	0	9/7/2019	125	100	198,70	199,52	0,8243	14559,756	15797,254	1237,497	0,666
59	-75,8099976	0	10/7/2019	125	100	198,75	202,14	3,3873	14559,756	15797,254	1237,497	2,737
59	-75,8099976	0	25/7/2019	125	100	198,32	200,41	2,0925	14559,756	15797,254	1237,497	1,691
60	-80,3099976	-0,25	8/7/2019	125	100	197,24	199,06	1,8210	14559,756	15797,254	1237,497	1,471
60	-80,3099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,02	199,96	1,9353	14559,756	15797,254	1237,497	1,564
60	-80,3099976	-0,25	10/7/2019	125	100	200,40	201,41	1,0113	14559,756	15797,254	1237,497	0,817
60	-80,3099976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,83	197,94	0,1116	14559,756	15797,254	1237,497	0,090
60	-80,3099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,80	200,26	1,4514	14559,756	15797,254	1237,497	1,173
62	-79,8099976	-0,25	8/7/2019	125	100	197,39	198,97	1,5813	14559,756	15797,254	1237,497	1,278
62	-79,8099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,11	199,93	1,8224	14559,756	15797,254	1237,497	1,473
62	-79,8099976	-0,25	10/7/2019	125	100	200,11	201,69	1,5778	14559,756	15797,254	1237,497	1,275
62	-79,8099976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,71	197,77	0,0651	14559,756	15797,254	1237,497	0,053

62	-79,8099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,70	200,27	1,5698	14559,756	15797,254	1237,497	1,269
64	-79,3099976	-0,25	8/7/2019	125	100	197,41	199,01	1,6008	14559,756	15797,254	1237,497	1,294
64	-79,3099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,12	200,01	1,8913	14559,756	15797,254	1237,497	1,528
64	-79,3099976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,86	201,86	2,0043	14559,756	15797,254	1237,497	1,620
64	-79,3099976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,54	197,62	0,0850	14559,756	15797,254	1237,497	0,069
64	-79,3099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,62	200,28	1,6510	14559,756	15797,254	1237,497	1,334
66	-78,8099976	-0,25	8/7/2019	125	100	197,84	198,62	0,7835	14559,756	15797,254	1237,497	0,633
66	-78,8099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,19	199,97	1,7844	14559,756	15797,254	1237,497	1,442
66	-78,8099976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,75	201,96	2,2098	14559,756	15797,254	1237,497	1,786
66	-78,8099976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,46	197,52	0,0654	14559,756	15797,254	1237,497	0,053
66	-78,8099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,51	200,30	1,7829	14559,756	15797,254	1237,497	1,441
67	-78,5599976	-0,25	8/7/2019	125	100	198,16	198,30	0,1455	14559,756	15797,254	1237,497	0,118
67	-78,5599976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,25	199,92	1,6713	14559,756	15797,254	1237,497	1,351
67	-78,5599976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,75	201,96	2,2127	14559,756	15797,254	1237,497	1,788
67	-78,5599976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,43	197,53	0,0985	14559,756	15797,254	1237,497	0,080
67	-78,5599976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,46	200,30	1,8383	14559,756	15797,254	1237,497	1,485
69	-78,0599976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,37	199,88	1,5150	14559,756	15797,254	1237,497	1,224
69	-78,0599976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,65	201,98	2,3345	14559,756	15797,254	1237,497	1,886
69	-78,0599976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,35	197,55	0,2031	14559,756	15797,254	1237,497	0,164
69	-78,0599976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,42	200,29	1,8762	14559,756	15797,254	1237,497	1,516
71	-77,5599976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,45	199,91	1,4616	14559,756	15797,254	1237,497	1,181
71	-77,5599976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,43	202,04	2,6056	14559,756	15797,254	1237,497	2,106
71	-77,5599976	-0,25	24/7/2019	125	100	197,34	197,50	0,1552	14559,756	15797,254	1237,497	0,125
71	-77,5599976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,42	200,34	1,9231	14559,756	15797,254	1237,497	1,554
73	-77,0599976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,54	199,86	1,3183	14559,756	15797,254	1237,497	1,065
73	-77,0599976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,19	202,14	2,9498	14559,756	15797,254	1237,497	2,384
73	-77,0599976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,37	200,41	2,0416	14559,756	15797,254	1237,497	1,650
75	-76,5599976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,55	199,82	1,2704	14559,756	15797,254	1237,497	1,027
75	-76,5599976	-0,25	10/7/2019	125	100	199,00	202,16	3,1672	14559,756	15797,254	1237,497	2,559
75	-76,5599976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,34	200,43	2,0824	14559,756	15797,254	1237,497	1,683
76	-76,3099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,53	199,80	1,2653	14559,756	15797,254	1237,497	1,023
76	-76,3099976	-0,25	10/7/2019	125	100	198,93	202,14	3,2077	14559,756	15797,254	1237,497	2,592
76	-76,3099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,35	200,42	2,0741	14559,756	15797,254	1237,497	1,676
78	-75,8099976	-0,25	9/7/2019	125	100	198,55	199,62	1,0657	14559,756	15797,254	1237,497	0,861
78	-75,8099976	-0,25	10/7/2019	125	100	198,79	202,08	3,2953	14559,756	15797,254	1237,497	2,663
78	-75,8099976	-0,25	25/7/2019	125	100	198,35	200,39	2,0399	14559,756	15797,254	1237,497	1,648
80	-80,3099976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,20	199,09	1,8935	14559,756	15797,254	1237,497	1,530
80	-80,3099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,22	199,92	1,7073	14559,756	15797,254	1237,497	1,380
80	-80,3099976	-0,5	10/7/2019	125	100	200,44	201,34	0,8907	14559,756	15797,254	1237,497	0,720
80	-80,3099976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,82	197,92	0,1007	14559,756	15797,254	1237,497	0,081
80	-80,3099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,84	200,30	1,4597	14559,756	15797,254	1237,497	1,180
82	-79,8099976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,31	199,01	1,6975	14559,756	15797,254	1237,497	1,372
82	-79,8099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,22	199,85	1,6265	14559,756	15797,254	1237,497	1,314
82	-79,8099976	-0,5	10/7/2019	125	100	200,20	201,60	1,3995	14559,756	15797,254	1237,497	1,131
82	-79,8099976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,71	197,77	0,0659	14559,756	15797,254	1237,497	0,053
82	-79,8099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,74	200,31	1,5627	14559,756	15797,254	1237,497	1,263
84	-79,3099976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,23	199,16	1,9339	14559,756	15797,254	1237,497	1,563
84	-79,3099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,14	199,93	1,7844	14559,756	15797,254	1237,497	1,442
84	-79,3099976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,94	201,78	1,8370	14559,756	15797,254	1237,497	1,484
84	-79,3099976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,55	197,65	0,0926	14559,756	15797,254	1237,497	0,075
84	-79,3099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,63	200,30	1,6747	14559,756	15797,254	1237,497	1,353
86	-78,8099976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,51	198,91	1,3925	14559,756	15797,254	1237,497	1,125
86	-78,8099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,13	199,89	1,7680	14559,756	15797,254	1237,497	1,429
86	-78,8099976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,79	201,90	2,1098	14559,756	15797,254	1237,497	1,705
86	-78,8099976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,44	197,58	0,1407	14559,756	15797,254	1237,497	0,114
86	-78,8099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,51	200,32	1,8070	14559,756	15797,254	1237,497	1,460
87	-78,5599976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,85	198,57	0,7203	14559,756	15797,254	1237,497	0,582
87	-78,5599976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,18	199,83	1,6518	14559,756	15797,254	1237,497	1,335
87	-78,5599976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,78	201,92	2,1424	14559,756	15797,254	1237,497	1,731
87	-78,5599976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,41	197,58	0,1727	14559,756	15797,254	1237,497	0,140
87	-78,5599976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,47	200,32	1,8458	14559,756	15797,254	1237,497	1,492
89	-78,0599976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,33	199,75	1,4239	14559,756	15797,254	1237,497	1,151
89	-78,0599976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,69	201,93	2,2432	14559,756	15797,254	1237,497	1,813
89	-78,0599976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,35	197,60	0,2484	14559,756	15797,254	1237,497	0,201
89	-78,0599976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,46	200,31	1,8515	14559,756	15797,254	1237,497	1,496

91	-77,5599976	-0,5	8/7/2019	125	100	198,08	198,18	0,0979	14559,756	15797,254	1237,497	0,079
91	-77,5599976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,38	199,81	1,4269	14559,756	15797,254	1237,497	1,153
91	-77,5599976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,47	201,97	2,4981	14559,756	15797,254	1237,497	2,019
91	-77,5599976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,33	197,55	0,2157	14559,756	15797,254	1237,497	0,174
91	-77,5599976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,43	200,34	1,9053	14559,756	15797,254	1237,497	1,540
93	-77,0599976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,87	198,25	0,3841	14559,756	15797,254	1237,497	0,310
93	-77,0599976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,43	199,83	1,3947	14559,756	15797,254	1237,497	1,127
93	-77,0599976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,22	202,06	2,8409	14559,756	15797,254	1237,497	2,296
93	-77,0599976	-0,5	24/7/2019	125	100	197,34	197,40	0,0607	14559,756	15797,254	1237,497	0,049
93	-77,0599976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,37	200,39	2,0247	14559,756	15797,254	1237,497	1,636
95	-76,5599976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,71	198,16	0,4540	14559,756	15797,254	1237,497	0,367
95	-76,5599976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,45	199,83	1,3879	14559,756	15797,254	1237,497	1,122
95	-76,5599976	-0,5	10/7/2019	125	100	199,03	202,09	3,0675	14559,756	15797,254	1237,497	2,479
95	-76,5599976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,34	200,40	2,0607	14559,756	15797,254	1237,497	1,665
96	-76,3099976	-0,5	8/7/2019	125	100	197,68	198,03	0,3410	14559,756	15797,254	1237,497	0,276
96	-76,3099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,42	199,83	1,4120	14559,756	15797,254	1237,497	1,141
96	-76,3099976	-0,5	10/7/2019	125	100	198,96	202,07	3,1078	14559,756	15797,254	1237,497	2,511
96	-76,3099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,34	200,39	2,0509	14559,756	15797,254	1237,497	1,657
98	-75,8099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,42	199,70	1,2820	14559,756	15797,254	1237,497	1,036
98	-75,8099976	-0,5	10/7/2019	125	100	198,83	202,03	3,1930	14559,756	15797,254	1237,497	2,580
98	-75,8099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,37	200,37	1,9992	14559,756	15797,254	1237,497	1,616
100	-75,3099976	-0,5	9/7/2019	125	100	198,48	199,49	1,0074	14559,756	15797,254	1237,497	0,814
100	-75,3099976	-0,5	10/7/2019	125	100	198,62	202,04	3,4176	14559,756	15797,254	1237,497	2,762
100	-75,3099976	-0,5	25/7/2019	125	100	198,38	200,31	1,9297	14559,756	15797,254	1237,497	1,559
101	-80,3099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,16	199,10	1,9435	14559,756	15797,254	1237,497	1,571
101	-80,3099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,31	199,94	1,6308	14559,756	15797,254	1237,497	1,318
101	-80,3099976	-0,75	10/7/2019	125	100	200,47	201,24	0,7708	14559,756	15797,254	1237,497	0,623
101	-80,3099976	-0,75	13/7/2019	850	825	289,78	289,81	0,0248	1457,294	1700,120	242,827	0,102
101	-80,3099976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,82	197,90	0,0764	14559,756	15797,254	1237,497	0,062
101	-80,3099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,88	200,34	1,4586	14559,756	15797,254	1237,497	1,179
103	-79,8099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,24	199,01	1,7675	14559,756	15797,254	1237,497	1,428
103	-79,8099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,30	199,82	1,5202	14559,756	15797,254	1237,497	1,228
103	-79,8099976	-0,75	10/7/2019	125	100	200,27	201,52	1,2473	14559,756	15797,254	1237,497	1,008
103	-79,8099976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,71	197,77	0,0649	14559,756	15797,254	1237,497	0,052
103	-79,8099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,77	200,33	1,5553	14559,756	15797,254	1237,497	1,257
105	-79,3099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,11	199,23	2,1156	14559,756	15797,254	1237,497	1,710
105	-79,3099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,16	199,85	1,6884	14559,756	15797,254	1237,497	1,364
105	-79,3099976	-0,75	10/7/2019	125	100	200,05	201,68	1,6356	14559,756	15797,254	1237,497	1,322
105	-79,3099976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,58	197,68	0,0959	14559,756	15797,254	1237,497	0,078
105	-79,3099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,64	200,32	1,6774	14559,756	15797,254	1237,497	1,355
107	-78,8099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,25	199,15	1,8990	14559,756	15797,254	1237,497	1,535
107	-78,8099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,07	199,82	1,7551	14559,756	15797,254	1237,497	1,418
107	-78,8099976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,86	201,83	1,9649	14559,756	15797,254	1237,497	1,588
107	-78,8099976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,46	197,63	0,1711	14559,756	15797,254	1237,497	0,138
107	-78,8099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,54	200,34	1,7976	14559,756	15797,254	1237,497	1,453
108	-78,5599976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,57	198,84	1,2760	14559,756	15797,254	1237,497	1,031
108	-78,5599976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,11	199,75	1,6423	14559,756	15797,254	1237,497	1,327
108	-78,5599976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,83	201,86	2,0361	14559,756	15797,254	1237,497	1,645
108	-78,5599976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,42	197,63	0,2058	14559,756	15797,254	1237,497	0,166
108	-78,5599976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,51	200,34	1,8246	14559,756	15797,254	1237,497	1,474
110	-78,0599976	-0,75	8/7/2019	125	100	198,12	198,23	0,1166	14559,756	15797,254	1237,497	0,094
110	-78,0599976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,27	199,61	1,3335	14559,756	15797,254	1237,497	1,078
110	-78,0599976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,72	201,87	2,1497	14559,756	15797,254	1237,497	1,737
110	-78,0599976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,37	197,63	0,2649	14559,756	15797,254	1237,497	0,214
110	-78,0599976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,50	200,32	1,8284	14559,756	15797,254	1237,497	1,477
112	-77,5599976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,98	198,18	0,2016	14559,756	15797,254	1237,497	0,163
112	-77,5599976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,33	199,65	1,3209	14559,756	15797,254	1237,497	1,067
112	-77,5599976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,52	201,90	2,3795	14559,756	15797,254	1237,497	1,923
112	-77,5599976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,33	197,58	0,2493	14559,756	15797,254	1237,497	0,201
112	-77,5599976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,44	200,34	1,9002	14559,756	15797,254	1237,497	1,536
114	-77,0599976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,68	198,29	0,6177	14559,756	15797,254	1237,497	0,499
114	-77,0599976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,35	199,73	1,3888	14559,756	15797,254	1237,497	1,122
114	-77,0599976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,26	201,98	2,7172	14559,756	15797,254	1237,497	2,196
114	-77,0599976	-0,75	24/7/2019	125	100	197,31	197,44	0,1238	14559,756	15797,254	1237,497	0,100
114	-77,0599976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,36	200,38	2,0187	14559,756	15797,254	1237,497	1,631

116	-76,5599976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,41	198,26	0,8507	14559,756	15797,254	1237,497	0,687
116	-76,5599976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,36	199,78	1,4243	14559,756	15797,254	1237,497	1,151
116	-76,5599976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,07	202,02	2,9513	14559,756	15797,254	1237,497	2,385
116	-76,5599976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,33	200,37	2,0455	14559,756	15797,254	1237,497	1,653
117	-76,3099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,34	198,17	0,8247	14559,756	15797,254	1237,497	0,666
117	-76,3099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,33	199,80	1,4699	14559,756	15797,254	1237,497	1,188
117	-76,3099976	-0,75	10/7/2019	125	100	199,00	202,00	2,9976	14559,756	15797,254	1237,497	2,422
117	-76,3099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,34	200,37	2,0357	14559,756	15797,254	1237,497	1,645
119	-75,8099976	-0,75	8/7/2019	125	100	197,42	197,79	0,3659	14559,756	15797,254	1237,497	0,296
119	-75,8099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,32	199,74	1,4181	14559,756	15797,254	1237,497	1,146
119	-75,8099976	-0,75	10/7/2019	125	100	198,88	201,97	3,0855	14559,756	15797,254	1237,497	2,493
119	-75,8099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,38	200,34	1,9668	14559,756	15797,254	1237,497	1,589
121	-75,3099976	-0,75	9/7/2019	125	100	198,38	199,57	1,1951	14559,756	15797,254	1237,497	0,966
121	-75,3099976	-0,75	10/7/2019	125	100	198,69	201,97	3,2855	14559,756	15797,254	1237,497	2,655
121	-75,3099976	-0,75	25/7/2019	125	100	198,41	200,29	1,8758	14559,756	15797,254	1237,497	1,516
122	-80,8099976	-1	2/7/2019	950	925	292,81	292,89	0,0818	540,335	761,963	221,628	0,369
122	-80,8099976	-1	5/7/2019	950	925	293,19	293,35	0,1626	540,335	761,963	221,628	0,733
122	-80,8099976	-1	6/7/2019	950	925	292,32	292,45	0,1309	540,335	761,963	221,628	0,591
122	-80,8099976	-1	7/7/2019	950	925	292,57	292,58	0,0145	540,335	761,963	221,628	0,065
122	-80,8099976	-1	8/7/2019	125	100	196,87	199,44	2,5683	14559,756	15797,254	1237,497	2,075
122	-80,8099976	-1	9/7/2019	125	100	198,07	200,18	2,1121	14559,756	15797,254	1237,497	1,707
122	-80,8099976	-1	11/7/2019	925	900	291,45	291,53	0,0753	761,963	988,496	226,533	0,333
122	-80,8099976	-1	12/7/2019	950	925	292,61	292,89	0,2895	540,335	761,963	221,628	1,306
122	-80,8099976	-1	17/7/2019	950	925	292,67	292,71	0,0436	540,335	761,963	221,628	0,197
122	-80,8099976	-1	18/7/2019	950	900	292,54	292,67	0,1307	540,335	988,496	448,161	0,292
122	-80,8099976	-1	19/7/2019	950	925	291,75	291,99	0,2384	540,335	761,963	221,628	1,076
122	-80,8099976	-1	20/7/2019	950	925	292,99	293,02	0,0319	540,335	761,963	221,628	0,144
122	-80,8099976	-1	24/7/2019	125	100	197,90	198,01	0,1044	14559,756	15797,254	1237,497	0,084
122	-80,8099976	-1	25/7/2019	125	100	199,07	200,28	1,2038	14559,756	15797,254	1237,497	0,973
122	-80,8099976	-1	27/7/2019	950	925	291,99	292,22	0,2382	540,335	761,963	221,628	1,075
124	-80,3099976	-1	8/7/2019	125	100	197,13	199,12	1,9888	14559,756	15797,254	1237,497	1,607
124	-80,3099976	-1	9/7/2019	125	100	198,28	199,99	1,7194	14559,756	15797,254	1237,497	1,389
124	-80,3099976	-1	10/7/2019	125	100	200,50	201,14	0,6320	14559,756	15797,254	1237,497	0,511
124	-80,3099976	-1	13/7/2019	850	825	289,71	289,85	0,1392	1457,294	1700,120	242,827	0,573
124	-80,3099976	-1	24/7/2019	125	100	197,83	197,88	0,0513	14559,756	15797,254	1237,497	0,041
124	-80,3099976	-1	25/7/2019	125	100	198,92	200,36	1,4406	14559,756	15797,254	1237,497	1,164
126	-79,8099976	-1	8/7/2019	125	100	197,20	199,00	1,7956	14559,756	15797,254	1237,497	1,451
126	-79,8099976	-1	9/7/2019	125	100	198,30	199,84	1,5467	14559,756	15797,254	1237,497	1,250
126	-79,8099976	-1	10/7/2019	125	100	200,30	201,42	1,1208	14559,756	15797,254	1237,497	0,906
126	-79,8099976	-1	24/7/2019	125	100	197,71	197,78	0,0683	14559,756	15797,254	1237,497	0,055
126	-79,8099976	-1	25/7/2019	125	100	198,80	200,34	1,5447	14559,756	15797,254	1237,497	1,248
128	-79,3099976	-1	8/7/2019	125	100	197,05	199,23	2,1823	14559,756	15797,254	1237,497	1,763
128	-79,3099976	-1	9/7/2019	125	100	198,19	199,81	1,6260	14559,756	15797,254	1237,497	1,314
128	-79,3099976	-1	10/7/2019	125	100	200,13	201,58	1,4551	14559,756	15797,254	1237,497	1,176
128	-79,3099976	-1	24/7/2019	125	100	197,60	197,72	0,1186	14559,756	15797,254	1237,497	0,096
128	-79,3099976	-1	25/7/2019	125	100	198,66	200,33	1,6728	14559,756	15797,254	1237,497	1,352
130	-78,8099976	-1	8/7/2019	125	100	197,04	199,30	2,2574	14559,756	15797,254	1237,497	1,824
130	-78,8099976	-1	9/7/2019	125	100	198,04	199,75	1,7186	14559,756	15797,254	1237,497	1,389
130	-78,8099976	-1	10/7/2019	125	100	199,95	201,73	1,7812	14559,756	15797,254	1237,497	1,439
130	-78,8099976	-1	24/7/2019	125	100	197,49	197,67	0,1804	14559,756	15797,254	1237,497	0,146
130	-78,8099976	-1	25/7/2019	125	100	198,57	200,35	1,7882	14559,756	15797,254	1237,497	1,445
131	-78,5599976	-1	8/7/2019	125	100	197,31	199,06	1,7464	14559,756	15797,254	1237,497	1,411
131	-78,5599976	-1	9/7/2019	125	100	198,06	199,66	1,6047	14559,756	15797,254	1237,497	1,297
131	-78,5599976	-1	10/7/2019	125	100	199,89	201,77	1,8840	14559,756	15797,254	1237,497	1,522
131	-78,5599976	-1	24/7/2019	125	100	197,45	197,67	0,2176	14559,756	15797,254	1237,497	0,176
131	-78,5599976	-1	25/7/2019	125	100	198,55	200,36	1,8098	14559,756	15797,254	1237,497	1,462
133	-78,0599976	-1	8/7/2019	125	100	197,95	198,37	0,4171	14559,756	15797,254	1237,497	0,337
133	-78,0599976	-1	9/7/2019	125	100	198,21	199,47	1,2514	14559,756	15797,254	1237,497	1,011
133	-78,0599976	-1	10/7/2019	125	100	199,74	201,81	2,0640	14559,756	15797,254	1237,497	1,668
133	-78,0599976	-1	24/7/2019	125	100	197,39	197,66	0,2699	14559,756	15797,254	1237,497	0,218
133	-78,0599976	-1	25/7/2019	125	100	198,51	200,34	1,8291	14559,756	15797,254	1237,497	1,478
135	-77,5599976	-1	8/7/2019	125	100	197,93	198,18	0,2477	14559,756	15797,254	1237,497	0,200
135	-77,5599976	-1	9/7/2019	125	100	198,29	199,46	1,1727	14559,756	15797,254	1237,497	0,948
135	-77,5599976	-1	10/7/2019	125	100	199,55	201,83	2,2769	14559,756	15797,254	1237,497	1,840
135	-77,5599976	-1	24/7/2019	125	100	197,33	197,60	0,2713	14559,756	15797,254	1237,497	0,219

135	-77,5599976	-1	25/7/2019	125	100	198,44	200,35	1,9109	14559,756	15797,254	1237,497	1,544
137	-77,0599976	-1	8/7/2019	125	100	197,58	198,29	0,7098	14559,756	15797,254	1237,497	0,574
137	-77,0599976	-1	9/7/2019	125	100	198,30	199,59	1,2893	14559,756	15797,254	1237,497	1,042
137	-77,0599976	-1	10/7/2019	125	100	199,31	201,89	2,5780	14559,756	15797,254	1237,497	2,083
137	-77,0599976	-1	24/7/2019	125	100	197,28	197,45	0,1783	14559,756	15797,254	1237,497	0,144
137	-77,0599976	-1	25/7/2019	125	100	198,35	200,37	2,0249	14559,756	15797,254	1237,497	1,636
137	-77,0599976	-1	25/7/2019	975	950	295,31	295,39	0,0808	323,380	540,335	216,955	0,372
139	-76,5599976	-1	8/7/2019	125	100	197,26	198,30	1,0399	14559,756	15797,254	1237,497	0,840
139	-76,5599976	-1	9/7/2019	125	100	198,31	199,68	1,3739	14559,756	15797,254	1237,497	1,110
139	-76,5599976	-1	10/7/2019	125	100	199,12	201,93	2,8167	14559,756	15797,254	1237,497	2,276
139	-76,5599976	-1	25/7/2019	125	100	198,32	200,36	2,0368	14559,756	15797,254	1237,497	1,646
140	-76,3099976	-1	8/7/2019	125	100	197,15	198,24	1,0883	14559,756	15797,254	1237,497	0,879
140	-76,3099976	-1	9/7/2019	125	100	198,28	199,72	1,4363	14559,756	15797,254	1237,497	1,161
140	-76,3099976	-1	10/7/2019	125	100	199,05	201,93	2,8740	14559,756	15797,254	1237,497	2,322
140	-76,3099976	-1	25/7/2019	125	100	198,33	200,36	2,0269	14559,756	15797,254	1237,497	1,638
142	-75,8099976	-1	8/7/2019	125	100	197,14	197,94	0,7966	14559,756	15797,254	1237,497	0,644
142	-75,8099976	-1	9/7/2019	125	100	198,26	199,71	1,4532	14559,756	15797,254	1237,497	1,174
142	-75,8099976	-1	10/7/2019	125	100	198,93	201,91	2,9729	14559,756	15797,254	1237,497	2,402
142	-75,8099976	-1	25/7/2019	125	100	198,37	200,32	1,9487	14559,756	15797,254	1237,497	1,575
144	-80,8099976	-1,25	2/7/2019	925	900	292,64	292,67	0,0307	761,963	988,496	226,533	0,136
144	-80,8099976	-1,25	5/7/2019	950	925	293,06	293,18	0,1199	540,335	761,963	221,628	0,541
144	-80,8099976	-1,25	6/7/2019	950	900	292,03	292,27	0,2458	540,335	988,496	448,161	0,548
144	-80,8099976	-1,25	8/7/2019	125	100	196,84	199,51	2,6705	14559,756	15797,254	1237,497	2,158
144	-80,8099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,02	200,13	2,1151	14559,756	15797,254	1237,497	1,709
144	-80,8099976	-1,25	11/7/2019	925	900	291,29	291,56	0,2618	761,963	988,496	226,533	1,156
144	-80,8099976	-1,25	12/7/2019	950	900	292,33	292,64	0,3122	540,335	988,496	448,161	0,697
144	-80,8099976	-1,25	13/7/2019	925	900	290,59	290,68	0,0935	761,963	988,496	226,533	0,413
144	-80,8099976	-1,25	17/7/2019	950	925	292,31	292,41	0,0961	540,335	761,963	221,628	0,433
144	-80,8099976	-1,25	18/7/2019	950	900	292,35	292,65	0,2962	540,335	988,496	448,161	0,661
144	-80,8099976	-1,25	19/7/2019	950	900	291,57	292,01	0,4426	540,335	988,496	448,161	0,988
144	-80,8099976	-1,25	20/7/2019	950	925	292,60	292,81	0,2033	540,335	761,963	221,628	0,917
144	-80,8099976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,89	197,98	0,0846	14559,756	15797,254	1237,497	0,068
144	-80,8099976	-1,25	25/7/2019	125	100	199,11	200,28	1,1717	14559,756	15797,254	1237,497	0,947
144	-80,8099976	-1,25	27/7/2019	950	925	291,72	292,05	0,3289	540,335	761,963	221,628	1,484
146	-80,3099976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,10	199,14	2,0433	14559,756	15797,254	1237,497	1,651
146	-80,3099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,17	200,03	1,8549	14559,756	15797,254	1237,497	1,499
146	-80,3099976	-1,25	10/7/2019	125	100	200,55	201,01	0,4604	14559,756	15797,254	1237,497	0,372
146	-80,3099976	-1,25	13/7/2019	850	825	289,69	289,95	0,2559	1457,294	1700,120	242,827	1,054
146	-80,3099976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,84	197,87	0,0354	14559,756	15797,254	1237,497	0,029
146	-80,3099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,96	200,37	1,4037	14559,756	15797,254	1237,497	1,134
148	-79,8099976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,18	198,98	1,8058	14559,756	15797,254	1237,497	1,459
148	-79,8099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,24	199,92	1,6813	14559,756	15797,254	1237,497	1,359
148	-79,8099976	-1,25	10/7/2019	125	100	200,32	201,32	1,0021	14559,756	15797,254	1237,497	0,810
148	-79,8099976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,72	197,79	0,0740	14559,756	15797,254	1237,497	0,060
148	-79,8099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,83	200,35	1,5271	14559,756	15797,254	1237,497	1,234
150	-79,3099976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,02	199,19	2,1633	14559,756	15797,254	1237,497	1,748
150	-79,3099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,20	199,83	1,6229	14559,756	15797,254	1237,497	1,311
150	-79,3099976	-1,25	10/7/2019	125	100	200,16	201,48	1,3200	14559,756	15797,254	1237,497	1,067
150	-79,3099976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,59	197,75	0,1604	14559,756	15797,254	1237,497	0,130
150	-79,3099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,67	200,34	1,6726	14559,756	15797,254	1237,497	1,352
152	-78,8099976	-1,25	8/7/2019	125	100	196,89	199,37	2,4708	14559,756	15797,254	1237,497	1,997
152	-78,8099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,05	199,71	1,6609	14559,756	15797,254	1237,497	1,342
152	-78,8099976	-1,25	10/7/2019	125	100	200,01	201,62	1,6082	14559,756	15797,254	1237,497	1,300
152	-78,8099976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,50	197,71	0,2081	14559,756	15797,254	1237,497	0,168
152	-78,8099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,56	200,36	1,7968	14559,756	15797,254	1237,497	1,452
153	-78,5599976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,09	199,20	2,1094	14559,756	15797,254	1237,497	1,705
153	-78,5599976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,06	199,59	1,5351	14559,756	15797,254	1237,497	1,240
153	-78,5599976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,94	201,68	1,7334	14559,756	15797,254	1237,497	1,401
153	-78,5599976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,46	197,70	0,2404	14559,756	15797,254	1237,497	0,194
153	-78,5599976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,56	200,35	1,7911	14559,756	15797,254	1237,497	1,447
155	-78,0599976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,75	198,50	0,7515	14559,756	15797,254	1237,497	0,607
155	-78,0599976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,18	199,35	1,1655	14559,756	15797,254	1237,497	0,942
155	-78,0599976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,75	201,75	1,9998	14559,756	15797,254	1237,497	1,616
155	-78,0599976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,39	197,67	0,2745	14559,756	15797,254	1237,497	0,222
155	-78,0599976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,52	200,36	1,8401	14559,756	15797,254	1237,497	1,487

157	-77,5599976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,86	198,18	0,3125	14559,756	15797,254	1237,497	0,253
157	-77,5599976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,29	199,28	0,9940	14559,756	15797,254	1237,497	0,803
157	-77,5599976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,57	201,76	2,1954	14559,756	15797,254	1237,497	1,774
157	-77,5599976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,32	197,60	0,2841	14559,756	15797,254	1237,497	0,230
157	-77,5599976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,44	200,37	1,9234	14559,756	15797,254	1237,497	1,554
159	-77,0599976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,51	198,27	0,7553	14559,756	15797,254	1237,497	0,610
159	-77,0599976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,31	199,41	1,1079	14559,756	15797,254	1237,497	0,895
159	-77,0599976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,36	201,79	2,4321	14559,756	15797,254	1237,497	1,965
159	-77,0599976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,24	197,46	0,2166	14559,756	15797,254	1237,497	0,175
159	-77,0599976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,35	200,37	2,0246	14559,756	15797,254	1237,497	1,636
161	-76,5599976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,18	198,31	1,1245	14559,756	15797,254	1237,497	0,909
161	-76,5599976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,30	199,55	1,2510	14559,756	15797,254	1237,497	1,011
161	-76,5599976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,17	201,84	2,6662	14559,756	15797,254	1237,497	2,155
161	-76,5599976	-1,25	24/7/2019	125	100	197,25	197,27	0,0258	14559,756	15797,254	1237,497	0,021
161	-76,5599976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,32	200,35	2,0319	14559,756	15797,254	1237,497	1,642
162	-76,3099976	-1,25	8/7/2019	125	100	197,05	198,28	1,2258	14559,756	15797,254	1237,497	0,991
162	-76,3099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,27	199,60	1,3331	14559,756	15797,254	1237,497	1,077
162	-76,3099976	-1,25	10/7/2019	125	100	199,10	201,84	2,7405	14559,756	15797,254	1237,497	2,215
162	-76,3099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,32	200,35	2,0253	14559,756	15797,254	1237,497	1,637
164	-75,8099976	-1,25	8/7/2019	125	100	196,95	198,06	1,1130	14559,756	15797,254	1237,497	0,899
164	-75,8099976	-1,25	9/7/2019	125	100	198,23	199,64	1,4105	14559,756	15797,254	1237,497	1,140
164	-75,8099976	-1,25	10/7/2019	125	100	198,97	201,83	2,8574	14559,756	15797,254	1237,497	2,309
164	-75,8099976	-1,25	25/7/2019	125	100	198,36	200,32	1,9532	14559,756	15797,254	1237,497	1,578
167	-80,3099976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,06	199,19	2,1213	14559,756	15797,254	1237,497	1,714
167	-80,3099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,10	200,01	1,9139	14559,756	15797,254	1237,497	1,547
167	-80,3099976	-1,5	10/7/2019	125	100	200,61	200,88	0,2745	14559,756	15797,254	1237,497	0,222
167	-80,3099976	-1,5	13/7/2019	850	825	289,89	290,08	0,1936	1457,294	1700,120	242,827	0,797
167	-80,3099976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,83	197,87	0,0376	14559,756	15797,254	1237,497	0,030
167	-80,3099976	-1,5	25/7/2019	125	100	199,01	200,36	1,3564	14559,756	15797,254	1237,497	1,096
169	-79,8099976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,14	198,98	1,8367	14559,756	15797,254	1237,497	1,484
169	-79,8099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,15	199,99	1,8438	14559,756	15797,254	1237,497	1,490
169	-79,8099976	-1,5	10/7/2019	125	100	200,34	201,21	0,8729	14559,756	15797,254	1237,497	0,705
169	-79,8099976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,72	197,81	0,0818	14559,756	15797,254	1237,497	0,066
169	-79,8099976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,86	200,36	1,4937	14559,756	15797,254	1237,497	1,207
171	-79,3099976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,02	199,11	2,0955	14559,756	15797,254	1237,497	1,693
171	-79,3099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,20	199,89	1,6989	14559,756	15797,254	1237,497	1,373
171	-79,3099976	-1,5	10/7/2019	125	100	200,17	201,39	1,2177	14559,756	15797,254	1237,497	0,984
171	-79,3099976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,58	197,78	0,1926	14559,756	15797,254	1237,497	0,156
171	-79,3099976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,70	200,33	1,6321	14559,756	15797,254	1237,497	1,319
173	-78,8099976	-1,5	8/7/2019	125	100	196,80	199,36	2,5592	14559,756	15797,254	1237,497	2,068
173	-78,8099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,09	199,71	1,6130	14559,756	15797,254	1237,497	1,303
173	-78,8099976	-1,5	10/7/2019	125	100	200,04	201,52	1,4831	14559,756	15797,254	1237,497	1,198
173	-78,8099976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,50	197,73	0,2368	14559,756	15797,254	1237,497	0,191
173	-78,8099976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,57	200,33	1,7540	14559,756	15797,254	1237,497	1,417
174	-78,5599976	-1,5	8/7/2019	125	100	196,91	199,27	2,3641	14559,756	15797,254	1237,497	1,910
174	-78,5599976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,09	199,56	1,4701	14559,756	15797,254	1237,497	1,188
174	-78,5599976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,96	201,58	1,6248	14559,756	15797,254	1237,497	1,313
174	-78,5599976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,46	197,72	0,2582	14559,756	15797,254	1237,497	0,209
174	-78,5599976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,57	200,31	1,7347	14559,756	15797,254	1237,497	1,402
176	-78,0599976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,53	198,62	1,0931	14559,756	15797,254	1237,497	0,883
176	-78,0599976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,20	199,27	1,0698	14559,756	15797,254	1237,497	0,864
176	-78,0599976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,75	201,70	1,9517	14559,756	15797,254	1237,497	1,577
176	-78,0599976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,41	197,68	0,2668	14559,756	15797,254	1237,497	0,216
176	-78,0599976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,54	200,36	1,8241	14559,756	15797,254	1237,497	1,474
178	-77,5599976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,77	198,18	0,4062	14559,756	15797,254	1237,497	0,328
178	-77,5599976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,33	199,13	0,8030	14559,756	15797,254	1237,497	0,649
178	-77,5599976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,57	201,70	2,1316	14559,756	15797,254	1237,497	1,723
178	-77,5599976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,32	197,60	0,2784	14559,756	15797,254	1237,497	0,225
178	-77,5599976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,46	200,38	1,9247	14559,756	15797,254	1237,497	1,555
180	-77,0599976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,45	198,24	0,7943	14559,756	15797,254	1237,497	0,642
180	-77,0599976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,36	199,23	0,8747	14559,756	15797,254	1237,497	0,707
180	-77,0599976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,40	201,70	2,3034	14559,756	15797,254	1237,497	1,861
180	-77,0599976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,23	197,45	0,2250	14559,756	15797,254	1237,497	0,182
180	-77,0599976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,36	200,37	2,0078	14559,756	15797,254	1237,497	1,622
182	-76,5599976	-1,5	8/7/2019	125	100	197,12	198,30	1,1847	14559,756	15797,254	1237,497	0,957

182	-76,5599976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,33	199,40	1,0725	14559,756	15797,254	1237,497	0,867
182	-76,5599976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,21	201,73	2,5169	14559,756	15797,254	1237,497	2,034
182	-76,5599976	-1,5	24/7/2019	125	100	197,23	197,27	0,0438	14559,756	15797,254	1237,497	0,035
182	-76,5599976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,32	200,34	2,0221	14559,756	15797,254	1237,497	1,634
183	-76,3099976	-1,5	8/7/2019	125	100	196,97	198,30	1,3297	14559,756	15797,254	1237,497	1,075
183	-76,3099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,29	199,48	1,1848	14559,756	15797,254	1237,497	0,957
183	-76,3099976	-1,5	10/7/2019	125	100	199,13	201,74	2,6051	14559,756	15797,254	1237,497	2,105
183	-76,3099976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,32	200,35	2,0273	14559,756	15797,254	1237,497	1,638
185	-75,8099976	-1,5	8/7/2019	125	100	196,77	198,18	1,4028	14559,756	15797,254	1237,497	1,134
185	-75,8099976	-1,5	9/7/2019	125	100	198,23	199,57	1,3350	14559,756	15797,254	1237,497	1,079
185	-75,8099976	-1,5	10/7/2019	125	100	198,98	201,73	2,7463	14559,756	15797,254	1237,497	2,219
185	-75,8099976	-1,5	25/7/2019	125	100	198,35	200,33	1,9821	14559,756	15797,254	1237,497	1,602
188	-80,3099976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,02	199,24	2,2163	14559,756	15797,254	1237,497	1,791
188	-80,3099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,09	199,96	1,8706	14559,756	15797,254	1237,497	1,512
188	-80,3099976	-1,75	10/7/2019	125	100	200,65	200,76	0,1056	14559,756	15797,254	1237,497	0,085
188	-80,3099976	-1,75	13/7/2019	875	850	290,03	290,15	0,1209	1220,183	1457,294	237,111	0,510
188	-80,3099976	-1,75	13/7/2019	850	825	290,15	290,22	0,0714	1457,294	1700,120	242,827	0,294
188	-80,3099976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,82	197,87	0,0541	14559,756	15797,254	1237,497	0,044
188	-80,3099976	-1,75	25/7/2019	125	100	199,05	200,35	1,3022	14559,756	15797,254	1237,497	1,052
190	-79,8099976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,09	198,99	1,9027	14559,756	15797,254	1237,497	1,538
190	-79,8099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,09	200,03	1,9398	14559,756	15797,254	1237,497	1,568
190	-79,8099976	-1,75	10/7/2019	125	100	200,37	201,09	0,7243	14559,756	15797,254	1237,497	0,585
190	-79,8099976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,72	197,82	0,0997	14559,756	15797,254	1237,497	0,081
190	-79,8099976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,92	200,36	1,4370	14559,756	15797,254	1237,497	1,161
192	-79,3099976	-1,75	8/7/2019	125	100	196,99	199,02	2,0311	14559,756	15797,254	1237,497	1,641
192	-79,3099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,15	200,01	1,8580	14559,756	15797,254	1237,497	1,501
192	-79,3099976	-1,75	10/7/2019	125	100	200,17	201,29	1,1192	14559,756	15797,254	1237,497	0,904
192	-79,3099976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,59	197,79	0,2012	14559,756	15797,254	1237,497	0,163
192	-79,3099976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,77	200,31	1,5438	14559,756	15797,254	1237,497	1,248
194	-78,8099976	-1,75	8/7/2019	125	100	196,76	199,28	2,5298	14559,756	15797,254	1237,497	2,044
194	-78,8099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,14	199,75	1,6032	14559,756	15797,254	1237,497	1,296
194	-78,8099976	-1,75	10/7/2019	125	100	200,04	201,41	1,3693	14559,756	15797,254	1237,497	1,107
194	-78,8099976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,49	197,74	0,2503	14559,756	15797,254	1237,497	0,202
194	-78,8099976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,64	200,30	1,6596	14559,756	15797,254	1237,497	1,341
195	-78,5599976	-1,75	8/7/2019	125	100	196,77	199,28	2,5130	14559,756	15797,254	1237,497	2,031
195	-78,5599976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,14	199,57	1,4283	14559,756	15797,254	1237,497	1,154
195	-78,5599976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,95	201,49	1,5415	14559,756	15797,254	1237,497	1,246
195	-78,5599976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,46	197,73	0,2618	14559,756	15797,254	1237,497	0,212
195	-78,5599976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,62	200,30	1,6826	14559,756	15797,254	1237,497	1,360
197	-78,0599976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,30	198,73	1,4330	14559,756	15797,254	1237,497	1,158
197	-78,0599976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,24	199,23	0,9877	14559,756	15797,254	1237,497	0,798
197	-78,0599976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,72	201,63	1,9057	14559,756	15797,254	1237,497	1,540
197	-78,0599976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,44	197,68	0,2439	14559,756	15797,254	1237,497	0,197
197	-78,0599976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,56	200,36	1,8065	14559,756	15797,254	1237,497	1,460
199	-77,5599976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,68	198,20	0,5186	14559,756	15797,254	1237,497	0,419
199	-77,5599976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,39	199,02	0,6284	14559,756	15797,254	1237,497	0,508
199	-77,5599976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,55	201,64	2,0894	14559,756	15797,254	1237,497	1,688
199	-77,5599976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,34	197,59	0,2514	14559,756	15797,254	1237,497	0,203
199	-77,5599976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,47	200,39	1,9241	14559,756	15797,254	1237,497	1,555
201	-77,0599976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,40	198,20	0,7969	14559,756	15797,254	1237,497	0,644
201	-77,0599976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,45	199,07	0,6191	14559,756	15797,254	1237,497	0,500
201	-77,0599976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,40	201,61	2,2095	14559,756	15797,254	1237,497	1,785
201	-77,0599976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,25	197,45	0,1999	14559,756	15797,254	1237,497	0,162
201	-77,0599976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,39	200,37	1,9840	14559,756	15797,254	1237,497	1,603
203	-76,5599976	-1,75	8/7/2019	125	100	197,07	198,28	1,2067	14559,756	15797,254	1237,497	0,975
203	-76,5599976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,41	199,26	0,8537	14559,756	15797,254	1237,497	0,690
203	-76,5599976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,23	201,63	2,3931	14559,756	15797,254	1237,497	1,934
203	-76,5599976	-1,75	24/7/2019	125	100	197,25	197,27	0,0248	14559,756	15797,254	1237,497	0,020
203	-76,5599976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,34	200,34	1,9978	14559,756	15797,254	1237,497	1,614
204	-76,3099976	-1,75	8/7/2019	125	100	196,90	198,30	1,4007	14559,756	15797,254	1237,497	1,132
204	-76,3099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,36	199,36	1,0051	14559,756	15797,254	1237,497	0,812
204	-76,3099976	-1,75	10/7/2019	125	100	199,15	201,63	2,4862	14559,756	15797,254	1237,497	2,009
204	-76,3099976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,33	200,34	2,0183	14559,756	15797,254	1237,497	1,631
206	-75,8099976	-1,75	8/7/2019	125	100	196,61	198,26	1,6459	14559,756	15797,254	1237,497	1,330
206	-75,8099976	-1,75	9/7/2019	125	100	198,25	199,50	1,2494	14559,756	15797,254	1237,497	1,010

206	-75,8099976	-1,75	10/7/2019	125	100	198,98	201,62	2,6391	14559,756	15797,254	1237,497	2,133
206	-75,8099976	-1,75	25/7/2019	125	100	198,33	200,34	2,0153	14559,756	15797,254	1237,497	1,629
208	-80,3099976	-2	8/7/2019	125	100	196,99	199,27	2,2769	14559,756	15797,254	1237,497	1,840
208	-80,3099976	-2	9/7/2019	125	100	198,12	199,90	1,7815	14559,756	15797,254	1237,497	1,440
208	-80,3099976	-2	13/7/2019	875	850	290,13	290,37	0,2377	1220,183	1457,294	237,111	1,002
208	-80,3099976	-2	24/7/2019	125	100	197,81	197,88	0,0676	14559,756	15797,254	1237,497	0,055
208	-80,3099976	-2	25/7/2019	125	100	199,09	200,33	1,2348	14559,756	15797,254	1237,497	0,998
210	-79,8099976	-2	8/7/2019	125	100	197,03	199,01	1,9789	14559,756	15797,254	1237,497	1,599
210	-79,8099976	-2	9/7/2019	125	100	198,08	200,02	1,9458	14559,756	15797,254	1237,497	1,572
210	-79,8099976	-2	10/7/2019	125	100	200,39	200,95	0,5635	14559,756	15797,254	1237,497	0,455
210	-79,8099976	-2	24/7/2019	125	100	197,70	197,83	0,1291	14559,756	15797,254	1237,497	0,104
210	-79,8099976	-2	25/7/2019	125	100	198,99	200,35	1,3636	14559,756	15797,254	1237,497	1,102
212	-79,3099976	-2	8/7/2019	125	100	196,94	198,93	1,9934	14559,756	15797,254	1237,497	1,611
212	-79,3099976	-2	9/7/2019	125	100	198,10	200,10	1,9954	14559,756	15797,254	1237,497	1,612
212	-79,3099976	-2	10/7/2019	125	100	200,17	201,14	0,9676	14559,756	15797,254	1237,497	0,782
212	-79,3099976	-2	24/7/2019	125	100	197,59	197,79	0,2020	14559,756	15797,254	1237,497	0,163
212	-79,3099976	-2	25/7/2019	125	100	198,86	200,31	1,4429	14559,756	15797,254	1237,497	1,166
214	-78,8099976	-2	8/7/2019	125	100	196,73	199,16	2,4320	14559,756	15797,254	1237,497	1,965
214	-78,8099976	-2	9/7/2019	125	100	198,18	199,81	1,6353	14559,756	15797,254	1237,497	1,321
214	-78,8099976	-2	10/7/2019	125	100	200,03	201,26	1,2272	14559,756	15797,254	1237,497	0,992
214	-78,8099976	-2	24/7/2019	125	100	197,48	197,74	0,2596	14559,756	15797,254	1237,497	0,210
214	-78,8099976	-2	25/7/2019	125	100	198,75	200,30	1,5508	14559,756	15797,254	1237,497	1,253
215	-78,5599976	-2	8/7/2019	125	100	196,68	199,24	2,5659	14559,756	15797,254	1237,497	2,073
215	-78,5599976	-2	9/7/2019	125	100	198,20	199,62	1,4219	14559,756	15797,254	1237,497	1,149
215	-78,5599976	-2	10/7/2019	125	100	199,93	201,38	1,4506	14559,756	15797,254	1237,497	1,172
215	-78,5599976	-2	24/7/2019	125	100	197,46	197,72	0,2576	14559,756	15797,254	1237,497	0,208
215	-78,5599976	-2	25/7/2019	125	100	198,70	200,32	1,6248	14559,756	15797,254	1237,497	1,313
217	-78,0599976	-2	8/7/2019	125	100	197,08	198,84	1,7537	14559,756	15797,254	1237,497	1,417
217	-78,0599976	-2	9/7/2019	125	100	198,30	199,24	0,9400	14559,756	15797,254	1237,497	0,760
217	-78,0599976	-2	10/7/2019	125	100	199,69	201,54	1,8511	14559,756	15797,254	1237,497	1,496
217	-78,0599976	-2	24/7/2019	125	100	197,46	197,68	0,2174	14559,756	15797,254	1237,497	0,176
217	-78,0599976	-2	25/7/2019	125	100	198,57	200,37	1,7979	14559,756	15797,254	1237,497	1,453
219	-77,5599976	-2	8/7/2019	125	100	197,58	198,24	0,6541	14559,756	15797,254	1237,497	0,529
219	-77,5599976	-2	9/7/2019	125	100	198,46	198,95	0,4914	14559,756	15797,254	1237,497	0,397
219	-77,5599976	-2	10/7/2019	125	100	199,52	201,58	2,0612	14559,756	15797,254	1237,497	1,666
219	-77,5599976	-2	24/7/2019	125	100	197,38	197,59	0,2074	14559,756	15797,254	1237,497	0,168
219	-77,5599976	-2	25/7/2019	125	100	198,48	200,41	1,9276	14559,756	15797,254	1237,497	1,558
221	-77,0599976	-2	8/7/2019	125	100	197,40	198,16	0,7540	14559,756	15797,254	1237,497	0,609
221	-77,0599976	-2	9/7/2019	125	100	198,55	198,92	0,3699	14559,756	15797,254	1237,497	0,299
221	-77,0599976	-2	10/7/2019	125	100	199,38	201,54	2,1570	14559,756	15797,254	1237,497	1,743
221	-77,0599976	-2	24/7/2019	125	100	197,30	197,44	0,1413	14559,756	15797,254	1237,497	0,114
221	-77,0599976	-2	25/7/2019	125	100	198,40	200,38	1,9713	14559,756	15797,254	1237,497	1,593
223	-76,5599976	-2	8/7/2019	125	100	197,07	198,24	1,1679	14559,756	15797,254	1237,497	0,944
223	-76,5599976	-2	9/7/2019	125	100	198,51	199,12	0,6118	14559,756	15797,254	1237,497	0,494
223	-76,5599976	-2	10/7/2019	125	100	199,23	201,53	2,3025	14559,756	15797,254	1237,497	1,861
223	-76,5599976	-2	25/7/2019	125	100	198,37	200,34	1,9726	14559,756	15797,254	1237,497	1,594
224	-76,3099976	-2	8/7/2019	125	100	196,88	198,27	1,3913	14559,756	15797,254	1237,497	1,124
224	-76,3099976	-2	9/7/2019	125	100	198,45	199,25	0,8028	14559,756	15797,254	1237,497	0,649
224	-76,3099976	-2	10/7/2019	125	100	199,15	201,53	2,3876	14559,756	15797,254	1237,497	1,929
224	-76,3099976	-2	25/7/2019	125	100	198,34	200,34	1,9980	14559,756	15797,254	1237,497	1,615
226	-80,8099976	-2,25	2/7/2019	925	900	291,94	292,46	0,5211	761,963	988,496	226,533	2,300
226	-80,8099976	-2,25	3/7/2019	925	900	291,46	292,23	0,7711	761,963	988,496	226,533	3,404
226	-80,8099976	-2,25	4/7/2019	950	900	291,80	292,14	0,3317	540,335	988,496	448,161	0,740
226	-80,8099976	-2,25	5/7/2019	950	900	291,85	292,83	0,9809	540,335	988,496	448,161	2,189
226	-80,8099976	-2,25	6/7/2019	950	900	292,00	292,54	0,5348	540,335	988,496	448,161	1,193
226	-80,8099976	-2,25	7/7/2019	925	900	291,87	292,07	0,1978	761,963	988,496	226,533	0,873
226	-80,8099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,83	199,63	2,7951	14559,756	15797,254	1237,497	2,259
226	-80,8099976	-2,25	8/7/2019	950	925	292,24	292,24	0,0039	540,335	761,963	221,628	0,018
226	-80,8099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,05	199,88	1,8283	14559,756	15797,254	1237,497	1,477
226	-80,8099976	-2,25	9/7/2019	950	925	292,35	292,39	0,0344	540,335	761,963	221,628	0,155
226	-80,8099976	-2,25	10/7/2019	925	900	291,58	291,65	0,0748	761,963	988,496	226,533	0,330
226	-80,8099976	-2,25	11/7/2019	950	900	291,29	291,89	0,6009	540,335	988,496	448,161	1,341
226	-80,8099976	-2,25	12/7/2019	950	875	290,86	291,85	0,9867	540,335	1220,183	679,848	1,451
226	-80,8099976	-2,25	13/7/2019	925	875	290,12	291,36	1,2315	761,963	1220,183	458,220	2,688
226	-80,8099976	-2,25	14/7/2019	925	900	290,58	290,88	0,2970	761,963	988,496	226,533	1,311

226	-80,8099976	-2,25	15/7/2019	950	925	293,02	293,21	0,1882	540,335	761,963	221,628	0,849
226	-80,8099976	-2,25	17/7/2019	950	925	291,62	291,85	0,2332	540,335	761,963	221,628	1,052
226	-80,8099976	-2,25	18/7/2019	950	900	291,28	292,31	1,0275	540,335	988,496	448,161	2,293
226	-80,8099976	-2,25	19/7/2019	950	900	290,80	292,48	1,6740	540,335	988,496	448,161	3,735
226	-80,8099976	-2,25	20/7/2019	950	925	291,46	292,20	0,7449	540,335	761,963	221,628	3,361
226	-80,8099976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,92	197,93	0,0102	14559,756	15797,254	1237,497	0,008
226	-80,8099976	-2,25	25/7/2019	125	100	199,24	200,19	0,9469	14559,756	15797,254	1237,497	0,765
226	-80,8099976	-2,25	26/7/2019	975	950	292,40	292,54	0,1414	323,380	540,335	216,955	0,652
226	-80,8099976	-2,25	27/7/2019	975	925	291,59	291,61	0,0160	323,380	761,963	438,583	0,037
226	-80,8099976	-2,25	29/7/2019	925	900	291,20	291,50	0,2951	761,963	988,496	226,533	1,303
226	-80,8099976	-2,25	30/7/2019	950	925	291,52	292,00	0,4870	540,335	761,963	221,628	2,197
226	-80,8099976	-2,25	31/7/2019	950	875	290,95	291,87	0,9219	540,335	1220,183	679,848	1,356
228	-80,3099976	-2,25	5/7/2019	900	875	292,09	292,10	0,0021	988,496	1220,183	231,687	0,009
228	-80,3099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,99	199,26	2,2666	14559,756	15797,254	1237,497	1,832
228	-80,3099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,14	199,85	1,7126	14559,756	15797,254	1237,497	1,384
228	-80,3099976	-2,25	13/7/2019	875	850	290,32	290,59	0,2747	1220,183	1457,294	237,111	1,159
228	-80,3099976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,81	197,87	0,0604	14559,756	15797,254	1237,497	0,049
228	-80,3099976	-2,25	25/7/2019	125	100	199,14	200,30	1,1556	14559,756	15797,254	1237,497	0,934
228	-80,3099976	-2,25	31/7/2019	900	850	291,35	291,38	0,0225	988,496	1457,294	468,798	0,048
230	-79,8099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,98	199,00	2,0142	14559,756	15797,254	1237,497	1,628
230	-79,8099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,10	199,99	1,8937	14559,756	15797,254	1237,497	1,530
230	-79,8099976	-2,25	10/7/2019	125	100	200,40	200,81	0,4086	14559,756	15797,254	1237,497	0,330
230	-79,8099976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,67	197,83	0,1522	14559,756	15797,254	1237,497	0,123
230	-79,8099976	-2,25	25/7/2019	125	100	199,05	200,34	1,2849	14559,756	15797,254	1237,497	1,038
232	-79,3099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,89	198,88	1,9860	14559,756	15797,254	1237,497	1,605
232	-79,3099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,10	200,10	2,0037	14559,756	15797,254	1237,497	1,619
232	-79,3099976	-2,25	10/7/2019	125	100	200,18	201,00	0,8131	14559,756	15797,254	1237,497	0,657
232	-79,3099976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,57	197,79	0,2217	14559,756	15797,254	1237,497	0,179
232	-79,3099976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,96	200,32	1,3624	14559,756	15797,254	1237,497	1,101
234	-78,8099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,71	199,05	2,3467	14559,756	15797,254	1237,497	1,896
234	-78,8099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,18	199,88	1,7007	14559,756	15797,254	1237,497	1,374
234	-78,8099976	-2,25	10/7/2019	125	100	200,02	201,15	1,1291	14559,756	15797,254	1237,497	0,912
234	-78,8099976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,46	197,73	0,2697	14559,756	15797,254	1237,497	0,218
234	-78,8099976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,86	200,31	1,4564	14559,756	15797,254	1237,497	1,177
235	-78,5599976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,62	199,16	2,5340	14559,756	15797,254	1237,497	2,048
235	-78,5599976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,24	199,70	1,4659	14559,756	15797,254	1237,497	1,185
235	-78,5599976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,91	201,26	1,3491	14559,756	15797,254	1237,497	1,090
235	-78,5599976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,46	197,71	0,2438	14559,756	15797,254	1237,497	0,197
235	-78,5599976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,79	200,34	1,5499	14559,756	15797,254	1237,497	1,252
237	-78,0599976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,92	198,91	1,9930	14559,756	15797,254	1237,497	1,610
237	-78,0599976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,37	199,29	0,9227	14559,756	15797,254	1237,497	0,746
237	-78,0599976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,67	201,44	1,7729	14559,756	15797,254	1237,497	1,433
237	-78,0599976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,48	197,67	0,1911	14559,756	15797,254	1237,497	0,154
237	-78,0599976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,61	200,39	1,7848	14559,756	15797,254	1237,497	1,442
239	-77,5599976	-2,25	8/7/2019	125	100	197,49	198,31	0,8173	14559,756	15797,254	1237,497	0,660
239	-77,5599976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,54	198,93	0,3935	14559,756	15797,254	1237,497	0,318
239	-77,5599976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,48	201,51	2,0394	14559,756	15797,254	1237,497	1,648
239	-77,5599976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,43	197,58	0,1430	14559,756	15797,254	1237,497	0,116
239	-77,5599976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,50	200,42	1,9247	14559,756	15797,254	1237,497	1,555
241	-77,0599976	-2,25	8/7/2019	125	100	197,42	198,14	0,7127	14559,756	15797,254	1237,497	0,576
241	-77,0599976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,66	198,81	0,1492	14559,756	15797,254	1237,497	0,121
241	-77,0599976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,35	201,49	2,1371	14559,756	15797,254	1237,497	1,727
241	-77,0599976	-2,25	24/7/2019	125	100	197,37	197,43	0,0613	14559,756	15797,254	1237,497	0,050
241	-77,0599976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,41	200,39	1,9732	14559,756	15797,254	1237,497	1,595
243	-76,5599976	-2,25	8/7/2019	125	100	197,11	198,20	1,0835	14559,756	15797,254	1237,497	0,876
243	-76,5599976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,63	198,99	0,3570	14559,756	15797,254	1237,497	0,288
243	-76,5599976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,21	201,45	2,2368	14559,756	15797,254	1237,497	1,808
243	-76,5599976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,37	200,34	1,9700	14559,756	15797,254	1237,497	1,592
243	-76,5599976	-2,25	25/7/2019	975	950	295,93	296,09	0,1561	323,380	540,335	216,955	0,719
244	-76,3099976	-2,25	8/7/2019	125	100	196,93	198,23	1,2975	14559,756	15797,254	1237,497	1,049
244	-76,3099976	-2,25	9/7/2019	125	100	198,56	199,14	0,5785	14559,756	15797,254	1237,497	0,468
244	-76,3099976	-2,25	10/7/2019	125	100	199,14	201,44	2,3034	14559,756	15797,254	1237,497	1,861
244	-76,3099976	-2,25	25/7/2019	125	100	198,36	200,34	1,9867	14559,756	15797,254	1237,497	1,605
246	-80,3099976	-2,5	8/7/2019	125	100	197,01	199,21	2,1993	14559,756	15797,254	1237,497	1,777
246	-80,3099976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,13	199,80	1,6765	14559,756	15797,254	1237,497	1,355

246	-80,3099976	-2,5	13/7/2019	875	850	290,62	290,73	0,1045	1220,183	1457,294	237,111	0,441
246	-80,3099976	-2,5	14/7/2019	925	900	290,86	290,92	0,0653	761,963	988,496	226,533	0,288
246	-80,3099976	-2,5	18/7/2019	950	925	292,53	292,58	0,0552	540,335	761,963	221,628	0,249
246	-80,3099976	-2,5	20/7/2019	950	925	292,26	292,43	0,1718	540,335	761,963	221,628	0,775
246	-80,3099976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,83	197,86	0,0283	14559,756	15797,254	1237,497	0,023
246	-80,3099976	-2,5	25/7/2019	125	100	199,18	200,26	1,0773	14559,756	15797,254	1237,497	0,871
246	-80,3099976	-2,5	31/7/2019	900	875	291,44	291,64	0,1995	988,496	1220,183	231,687	0,861
247	-79,8099976	-2,5	8/7/2019	125	100	196,96	198,96	1,9915	14559,756	15797,254	1237,497	1,609
247	-79,8099976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,12	199,93	1,8028	14559,756	15797,254	1237,497	1,457
247	-79,8099976	-2,5	10/7/2019	125	100	200,42	200,69	0,2770	14559,756	15797,254	1237,497	0,224
247	-79,8099976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,66	197,81	0,1517	14559,756	15797,254	1237,497	0,123
247	-79,8099976	-2,5	25/7/2019	125	100	199,11	200,33	1,2132	14559,756	15797,254	1237,497	0,980
249	-79,3099976	-2,5	8/7/2019	125	100	196,86	198,84	1,9823	14559,756	15797,254	1237,497	1,602
249	-79,3099976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,10	200,06	1,9678	14559,756	15797,254	1237,497	1,590
249	-79,3099976	-2,5	10/7/2019	125	100	200,19	200,91	0,7184	14559,756	15797,254	1237,497	0,581
249	-79,3099976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,51	197,78	0,2653	14559,756	15797,254	1237,497	0,214
249	-79,3099976	-2,5	25/7/2019	125	100	199,01	200,33	1,3165	14559,756	15797,254	1237,497	1,064
251	-78,8099976	-2,5	8/7/2019	125	100	196,72	198,94	2,2196	14559,756	15797,254	1237,497	1,794
251	-78,8099976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,16	199,95	1,7882	14559,756	15797,254	1237,497	1,445
251	-78,8099976	-2,5	10/7/2019	125	100	200,01	201,07	1,0568	14559,756	15797,254	1237,497	0,854
251	-78,8099976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,48	197,72	0,2466	14559,756	15797,254	1237,497	0,199
251	-78,8099976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,93	200,33	1,4047	14559,756	15797,254	1237,497	1,135
252	-78,5599976	-2,5	8/7/2019	125	100	196,64	199,03	2,3969	14559,756	15797,254	1237,497	1,937
252	-78,5599976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,24	199,80	1,5549	14559,756	15797,254	1237,497	1,256
252	-78,5599976	-2,5	10/7/2019	125	100	199,92	201,15	1,2282	14559,756	15797,254	1237,497	0,992
252	-78,5599976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,50	197,70	0,2035	14559,756	15797,254	1237,497	0,164
252	-78,5599976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,85	200,36	1,5057	14559,756	15797,254	1237,497	1,217
254	-78,0599976	-2,5	8/7/2019	125	100	196,82	198,93	2,1040	14559,756	15797,254	1237,497	1,700
254	-78,0599976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,43	199,37	0,9408	14559,756	15797,254	1237,497	0,760
254	-78,0599976	-2,5	10/7/2019	125	100	199,67	201,33	1,6622	14559,756	15797,254	1237,497	1,343
254	-78,0599976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,49	197,65	0,1605	14559,756	15797,254	1237,497	0,130
254	-78,0599976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,65	200,42	1,7707	14559,756	15797,254	1237,497	1,431
256	-77,5599976	-2,5	8/7/2019	125	100	197,40	198,39	0,9900	14559,756	15797,254	1237,497	0,800
256	-77,5599976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,62	198,94	0,3197	14559,756	15797,254	1237,497	0,258
256	-77,5599976	-2,5	10/7/2019	125	100	199,44	201,45	2,0043	14559,756	15797,254	1237,497	1,620
256	-77,5599976	-2,5	24/7/2019	125	100	197,49	197,56	0,0754	14559,756	15797,254	1237,497	0,061
256	-77,5599976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,53	200,45	1,9179	14559,756	15797,254	1237,497	1,550
258	-77,0599976	-2,5	8/7/2019	125	100	197,43	198,15	0,7157	14559,756	15797,254	1237,497	0,578
258	-77,0599976	-2,5	10/7/2019	125	100	199,30	201,44	2,1341	14559,756	15797,254	1237,497	1,725
258	-77,0599976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,42	200,41	1,9853	14559,756	15797,254	1237,497	1,604
258	-77,0599976	-2,5	25/7/2019	975	950	295,94	295,99	0,0542	323,380	540,335	216,955	0,250
260	-76,5599976	-2,5	8/7/2019	125	100	197,17	198,17	0,9970	14559,756	15797,254	1237,497	0,806
260	-76,5599976	-2,5	9/7/2019	125	100	198,78	198,87	0,0956	14559,756	15797,254	1237,497	0,077
260	-76,5599976	-2,5	10/7/2019	125	100	199,19	201,38	2,1860	14559,756	15797,254	1237,497	1,766
260	-76,5599976	-2,5	25/7/2019	125	100	198,37	200,37	1,9912	14559,756	15797,254	1237,497	1,609
260	-76,5599976	-2,5	25/7/2019	975	950	296,11	296,16	0,0501	323,380	540,335	216,955	0,231
263	-79,3099976	-2,75	8/7/2019	125	100	196,86	198,78	1,9214	14559,756	15797,254	1237,497	1,553
263	-79,3099976	-2,75	9/7/2019	125	100	198,08	200,02	1,9438	14559,756	15797,254	1237,497	1,571
263	-79,3099976	-2,75	10/7/2019	125	100	200,19	200,83	0,6341	14559,756	15797,254	1237,497	0,512
263	-79,3099976	-2,75	24/7/2019	125	100	197,47	197,74	0,2768	14559,756	15797,254	1237,497	0,224
263	-79,3099976	-2,75	25/7/2019	125	100	199,05	200,34	1,2900	14559,756	15797,254	1237,497	1,042
265	-78,8099976	-2,75	8/7/2019	125	100	196,80	198,80	1,9947	14559,756	15797,254	1237,497	1,612
265	-78,8099976	-2,75	9/7/2019	125	100	198,14	200,01	1,8766	14559,756	15797,254	1237,497	1,516
265	-78,8099976	-2,75	10/7/2019	125	100	200,03	200,96	0,9303	14559,756	15797,254	1237,497	0,752
265	-78,8099976	-2,75	24/7/2019	125	100	197,55	197,71	0,1672	14559,756	15797,254	1237,497	0,135
265	-78,8099976	-2,75	25/7/2019	125	100	198,97	200,36	1,3832	14559,756	15797,254	1237,497	1,118
266	-78,5599976	-2,75	8/7/2019	125	100	196,72	198,88	2,1643	14559,756	15797,254	1237,497	1,749
266	-78,5599976	-2,75	9/7/2019	125	100	198,23	199,90	1,6775	14559,756	15797,254	1237,497	1,356
266	-78,5599976	-2,75	10/7/2019	125	100	199,94	201,03	1,0887	14559,756	15797,254	1237,497	0,880
266	-78,5599976	-2,75	24/7/2019	125	100	197,57	197,69	0,1255	14559,756	15797,254	1237,497	0,101
266	-78,5599976	-2,75	25/7/2019	125	100	198,89	200,38	1,4867	14559,756	15797,254	1237,497	1,201
268	-78,0599976	-2,75	8/7/2019	125	100	196,80	198,88	2,0807	14559,756	15797,254	1237,497	1,681
268	-78,0599976	-2,75	9/7/2019	125	100	198,46	199,47	1,0159	14559,756	15797,254	1237,497	0,821
268	-78,0599976	-2,75	10/7/2019	125	100	199,70	201,22	1,5171	14559,756	15797,254	1237,497	1,226
268	-78,0599976	-2,75	24/7/2019	125	100	197,52	197,64	0,1160	14559,756	15797,254	1237,497	0,094

268	-78,0599976	-2,75	25/7/2019	125	100	198,69	200,44	1,7508	14559,756	15797,254	1237,497	1,415
270	-77,5599976	-2,75	8/7/2019	125	100	197,32	198,45	1,1240	14559,756	15797,254	1237,497	0,908
270	-77,5599976	-2,75	9/7/2019	125	100	198,70	198,98	0,2711	14559,756	15797,254	1237,497	0,219
270	-77,5599976	-2,75	10/7/2019	125	100	199,44	201,37	1,9297	14559,756	15797,254	1237,497	1,559
270	-77,5599976	-2,75	24/7/2019	125	100	197,52	197,55	0,0227	14559,756	15797,254	1237,497	0,018
270	-77,5599976	-2,75	25/7/2019	125	100	198,57	200,48	1,9135	14559,756	15797,254	1237,497	1,546
272	-79,8099976	-3	8/7/2019	125	100	197,05	198,88	1,8279	14559,756	15797,254	1237,497	1,477
272	-79,8099976	-3	9/7/2019	125	100	198,18	199,75	1,5670	14559,756	15797,254	1237,497	1,266
272	-79,8099976	-3	10/7/2019	125	100	200,46	200,51	0,0486	14559,756	15797,254	1237,497	0,039
272	-79,8099976	-3	24/7/2019	125	100	197,71	197,76	0,0447	14559,756	15797,254	1237,497	0,036
272	-79,8099976	-3	25/7/2019	125	100	199,17	200,31	1,1377	14559,756	15797,254	1237,497	0,919
274	-79,3099976	-3	8/7/2019	125	100	196,97	198,72	1,7547	14559,756	15797,254	1237,497	1,418
274	-79,3099976	-3	9/7/2019	125	100	198,09	199,95	1,8597	14559,756	15797,254	1237,497	1,503
274	-79,3099976	-3	10/7/2019	125	100	200,21	200,73	0,5219	14559,756	15797,254	1237,497	0,422
274	-79,3099976	-3	24/7/2019	125	100	197,52	197,71	0,1873	14559,756	15797,254	1237,497	0,151
274	-79,3099976	-3	25/7/2019	125	100	199,08	200,35	1,2700	14559,756	15797,254	1237,497	1,026
276	-78,8099976	-3	8/7/2019	125	100	196,94	198,67	1,7389	14559,756	15797,254	1237,497	1,405
276	-78,8099976	-3	9/7/2019	125	100	198,11	200,05	1,9440	14559,756	15797,254	1237,497	1,571
276	-78,8099976	-3	10/7/2019	125	100	200,05	200,86	0,8093	14559,756	15797,254	1237,497	0,654
276	-78,8099976	-3	24/7/2019	125	100	197,64	197,69	0,0490	14559,756	15797,254	1237,497	0,040
276	-78,8099976	-3	25/7/2019	125	100	199,00	200,38	1,3849	14559,756	15797,254	1237,497	1,119
277	-78,5599976	-3	8/7/2019	125	100	196,86	198,74	1,8815	14559,756	15797,254	1237,497	1,520
277	-78,5599976	-3	9/7/2019	125	100	198,19	200,00	1,8122	14559,756	15797,254	1237,497	1,464
277	-78,5599976	-3	10/7/2019	125	100	199,97	200,94	0,9624	14559,756	15797,254	1237,497	0,778
277	-78,5599976	-3	24/7/2019	125	100	197,65	197,67	0,0218	14559,756	15797,254	1237,497	0,018
277	-78,5599976	-3	25/7/2019	125	100	198,92	200,40	1,4798	14559,756	15797,254	1237,497	1,196
279	-78,0599976	-3	8/7/2019	125	100	196,85	198,78	1,9313	14559,756	15797,254	1237,497	1,561
279	-78,0599976	-3	9/7/2019	125	100	198,44	199,60	1,1597	14559,756	15797,254	1237,497	0,937
279	-78,0599976	-3	10/7/2019	125	100	199,75	201,09	1,3438	14559,756	15797,254	1237,497	1,086
279	-78,0599976	-3	24/7/2019	125	100	197,57	197,63	0,0579	14559,756	15797,254	1237,497	0,047
279	-78,0599976	-3	25/7/2019	125	100	198,75	200,47	1,7204	14559,756	15797,254	1237,497	1,390
280	-79,8099976	-3,25	8/7/2019	125	100	197,17	198,87	1,7086	14559,756	15797,254	1237,497	1,381
280	-79,8099976	-3,25	9/7/2019	125	100	198,23	199,67	1,4352	14559,756	15797,254	1237,497	1,160
280	-79,8099976	-3,25	25/7/2019	125	100	199,18	200,30	1,1213	14559,756	15797,254	1237,497	0,906
282	-79,3099976	-3,25	8/7/2019	125	100	197,14	198,70	1,5567	14559,756	15797,254	1237,497	1,258
282	-79,3099976	-3,25	9/7/2019	125	100	198,13	199,84	1,7071	14559,756	15797,254	1237,497	1,379
282	-79,3099976	-3,25	10/7/2019	125	100	200,24	200,63	0,3875	14559,756	15797,254	1237,497	0,313
282	-79,3099976	-3,25	24/7/2019	125	100	197,65	197,67	0,0276	14559,756	15797,254	1237,497	0,022
282	-79,3099976	-3,25	25/7/2019	125	100	199,12	200,37	1,2485	14559,756	15797,254	1237,497	1,009
284	-78,8099976	-3,25	8/7/2019	125	100	197,11	198,59	1,4804	14559,756	15797,254	1237,497	1,196
284	-78,8099976	-3,25	9/7/2019	125	100	198,10	200,03	1,9336	14559,756	15797,254	1237,497	1,563
284	-78,8099976	-3,25	10/7/2019	125	100	200,06	200,78	0,7192	14559,756	15797,254	1237,497	0,581
284	-78,8099976	-3,25	25/7/2019	125	100	199,01	200,41	1,3974	14559,756	15797,254	1237,497	1,129
285	-78,5599976	-3,25	8/7/2019	125	100	197,06	198,61	1,5531	14559,756	15797,254	1237,497	1,255
285	-78,5599976	-3,25	9/7/2019	125	100	198,16	200,04	1,8788	14559,756	15797,254	1237,497	1,518
285	-78,5599976	-3,25	10/7/2019	125	100	199,99	200,84	0,8456	14559,756	15797,254	1237,497	0,683
285	-78,5599976	-3,25	25/7/2019	125	100	198,95	200,43	1,4826	14559,756	15797,254	1237,497	1,198
288	-79,8099976	-3,5	8/7/2019	125	100	197,34	198,88	1,5445	14559,756	15797,254	1237,497	1,248
288	-79,8099976	-3,5	9/7/2019	125	100	198,34	199,59	1,2500	14559,756	15797,254	1237,497	1,010
288	-79,8099976	-3,5	25/7/2019	125	100	199,19	200,29	1,0970	14559,756	15797,254	1237,497	0,886
290	-79,3099976	-3,5	8/7/2019	125	100	197,30	198,72	1,4163	14559,756	15797,254	1237,497	1,144
290	-79,3099976	-3,5	9/7/2019	125	100	198,21	199,73	1,5141	14559,756	15797,254	1237,497	1,223
290	-79,3099976	-3,5	10/7/2019	125	100	200,29	200,54	0,2464	14559,756	15797,254	1237,497	0,199
290	-79,3099976	-3,5	25/7/2019	125	100	199,15	200,38	1,2267	14559,756	15797,254	1237,497	0,991
292	-78,8099976	-3,5	8/7/2019	125	100	197,32	198,57	1,2453	14559,756	15797,254	1237,497	1,006
292	-78,8099976	-3,5	9/7/2019	125	100	198,16	199,95	1,7883	14559,756	15797,254	1237,497	1,445
292	-78,8099976	-3,5	10/7/2019	125	100	200,07	200,69	0,6150	14559,756	15797,254	1237,497	0,497
292	-78,8099976	-3,5	25/7/2019	125	100	199,04	200,44	1,4001	14559,756	15797,254	1237,497	1,131
293	-78,5599976	-3,5	8/7/2019	125	100	197,30	198,54	1,2361	14559,756	15797,254	1237,497	0,999
293	-78,5599976	-3,5	9/7/2019	125	100	198,19	200,01	1,8203	14559,756	15797,254	1237,497	1,471
293	-78,5599976	-3,5	10/7/2019	125	100	200,01	200,75	0,7374	14559,756	15797,254	1237,497	0,596
293	-78,5599976	-3,5	25/7/2019	125	100	198,97	200,46	1,4875	14559,756	15797,254	1237,497	1,202
295	-79,8099976	-3,75	8/7/2019	125	100	197,54	198,90	1,3627	14559,756	15797,254	1237,497	1,101
295	-79,8099976	-3,75	9/7/2019	125	100	198,48	199,53	1,0513	14559,756	15797,254	1237,497	0,850
295	-79,8099976	-3,75	25/7/2019	125	100	199,23	200,28	1,0519	14559,756	15797,254	1237,497	0,850

297	-79,3099976	-3,75	8/7/2019	125	100	197,47	198,77	1,2915	14559,756	15797,254	1237,497	1,044
297	-79,3099976	-3,75	9/7/2019	125	100	198,35	199,61	1,2677	14559,756	15797,254	1237,497	1,024
297	-79,3099976	-3,75	10/7/2019	125	100	200,35	200,44	0,0860	14559,756	15797,254	1237,497	0,069
297	-79,3099976	-3,75	25/7/2019	125	100	199,20	200,39	1,1952	14559,756	15797,254	1237,497	0,966
299	-78,8099976	-3,75	8/7/2019	125	100	197,49	198,60	1,1091	14559,756	15797,254	1237,497	0,896
299	-78,8099976	-3,75	9/7/2019	125	100	198,28	199,82	1,5439	14559,756	15797,254	1237,497	1,248
299	-78,8099976	-3,75	10/7/2019	125	100	200,11	200,60	0,4886	14559,756	15797,254	1237,497	0,395
299	-78,8099976	-3,75	25/7/2019	125	100	199,08	200,47	1,3900	14559,756	15797,254	1237,497	1,123
300	-78,5599976	-3,75	8/7/2019	125	100	197,49	198,53	1,0426	14559,756	15797,254	1237,497	0,842
300	-78,5599976	-3,75	9/7/2019	125	100	198,26	199,92	1,6598	14559,756	15797,254	1237,497	1,341
300	-78,5599976	-3,75	10/7/2019	125	100	200,03	200,67	0,6389	14559,756	15797,254	1237,497	0,516
300	-78,5599976	-3,75	25/7/2019	125	100	199,00	200,48	1,4842	14559,756	15797,254	1237,497	1,199
302	-79,8099976	-4	8/7/2019	125	100	197,70	198,92	1,2257	14559,756	15797,254	1237,497	0,990
302	-79,8099976	-4	9/7/2019	125	100	198,60	199,50	0,8959	14559,756	15797,254	1237,497	0,724
302	-79,8099976	-4	25/7/2019	125	100	199,28	200,27	0,9951	14559,756	15797,254	1237,497	0,804
304	-79,3099976	-4	8/7/2019	125	100	197,65	198,80	1,1481	14559,756	15797,254	1237,497	0,928
304	-79,3099976	-4	9/7/2019	125	100	198,52	199,52	1,0030	14559,756	15797,254	1237,497	0,810
304	-79,3099976	-4	25/7/2019	125	100	199,25	200,41	1,1609	14559,756	15797,254	1237,497	0,938
306	-78,8099976	-4	8/7/2019	125	100	197,61	198,67	1,0576	14559,756	15797,254	1237,497	0,855
306	-78,8099976	-4	9/7/2019	125	100	198,42	199,69	1,2640	14559,756	15797,254	1237,497	1,021
306	-78,8099976	-4	10/7/2019	125	100	200,17	200,50	0,3319	14559,756	15797,254	1237,497	0,268
306	-78,8099976	-4	25/7/2019	125	100	199,12	200,49	1,3737	14559,756	15797,254	1237,497	1,110
307	-80,3099976	-4,25	8/7/2019	125	100	197,68	199,21	1,5271	14559,756	15797,254	1237,497	1,234
307	-80,3099976	-4,25	9/7/2019	125	100	198,75	199,59	0,8334	14559,756	15797,254	1237,497	0,673
307	-80,3099976	-4,25	25/7/2019	125	100	199,35	200,14	0,7855	14559,756	15797,254	1237,497	0,635
309	-79,8099976	-4,25	8/7/2019	125	100	197,82	198,94	1,1268	14559,756	15797,254	1237,497	0,911
309	-79,8099976	-4,25	9/7/2019	125	100	198,72	199,49	0,7619	14559,756	15797,254	1237,497	0,616
309	-79,8099976	-4,25	25/7/2019	125	100	199,33	200,26	0,9393	14559,756	15797,254	1237,497	0,759
311	-79,3099976	-4,25	8/7/2019	125	100	197,81	198,81	1,0030	14559,756	15797,254	1237,497	0,810
311	-79,3099976	-4,25	9/7/2019	125	100	198,67	199,46	0,7833	14559,756	15797,254	1237,497	0,633
311	-79,3099976	-4,25	25/7/2019	125	100	199,28	200,41	1,1342	14559,756	15797,254	1237,497	0,917
313	-78,8099976	-4,25	8/7/2019	125	100	197,74	198,72	0,9816	14559,756	15797,254	1237,497	0,793
313	-78,8099976	-4,25	9/7/2019	125	100	198,59	199,57	0,9848	14559,756	15797,254	1237,497	0,796
313	-78,8099976	-4,25	10/7/2019	125	100	200,24	200,38	0,1439	14559,756	15797,254	1237,497	0,116
313	-78,8099976	-4,25	25/7/2019	125	100	199,15	200,50	1,3479	14559,756	15797,254	1237,497	1,089
315	-79,3099976	-4,5	8/7/2019	125	100	197,94	198,80	0,8594	14559,756	15797,254	1237,497	0,694
315	-79,3099976	-4,5	9/7/2019	125	100	198,82	199,42	0,6049	14559,756	15797,254	1237,497	0,489
315	-79,3099976	-4,5	25/7/2019	125	100	199,30	200,40	1,0999	14559,756	15797,254	1237,497	0,889
317	-78,8099976	-4,5	8/7/2019	125	100	197,89	198,72	0,8308	14559,756	15797,254	1237,497	0,671
317	-78,8099976	-4,5	9/7/2019	125	100	198,76	199,48	0,7228	14559,756	15797,254	1237,497	0,584
317	-78,8099976	-4,5	25/7/2019	125	100	199,18	200,50	1,3169	14559,756	15797,254	1237,497	1,064
318	-79,3099976	-4,75	8/7/2019	125	100	198,00	198,77	0,7638	14559,756	15797,254	1237,497	0,617
318	-79,3099976	-4,75	9/7/2019	125	100	198,95	199,40	0,4515	14559,756	15797,254	1237,497	0,365
318	-79,3099976	-4,75	25/7/2019	125	100	199,33	200,38	1,0500	14559,756	15797,254	1237,497	0,849

Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.3.2: Datos agosto 2019

Píxel	Ubicación		Fecha	Nivel de Presión 1	Nivel de Presión 2	Temp. 1 (K)	Temp. 2 (K)	Fuerza (ΔT)	Base	Altura	Profundidad (ΔZ)	Gradiente °C/km
	x	y										
1	-78,8099976	1,25	20/8/2019	125	100	199,36	199,39	0,0310	14559,76	15797,25	1237,50	0,025
17	-79,8099976	0,5	18/8/2019	825	800	289,72	289,92	0,1994	1700,12	1948,98	248,86	0,801
27	-79,8099976	0,25	18/8/2019	825	800	289,64	289,89	0,2551	1700,12	1948,98	248,86	1,025
29	-79,3099976	0,25	7/8/2019	875	850	290,87	290,88	0,0091	1220,18	1457,29	237,11	0,038
43	-79,8099976	0	18/8/2019	825	800	289,64	289,81	0,1765	1700,12	1948,98	248,86	0,709
45	-79,3099976	0	7/8/2019	875	850	290,86	290,93	0,0665	1220,18	1457,29	237,11	0,280
56	-76,5599976	0	21/8/2019	975	950	297,02	297,37	0,3436	323,38	540,33	216,95	1,584
60	-80,3099976	-0,25	12/8/2019	950	925	292,53	292,65	0,1235	540,33	761,96	221,63	0,557
60	-80,3099976	-0,25	18/8/2019	825	800	289,83	289,87	0,0486	1700,12	1948,98	248,86	0,195
60	-80,3099976	-0,25	21/8/2019	950	925	293,09	293,17	0,0810	540,33	761,96	221,63	0,365
60	-80,3099976	-0,25	30/8/2019	950	925	293,07	293,27	0,2069	540,33	761,96	221,63	0,933
73	-77,0599976	-0,25	21/8/2019	975	950	297,24	297,25	0,0076	323,38	540,33	216,95	0,035
75	-76,5599976	-0,25	21/8/2019	975	950	296,86	297,21	0,3472	323,38	540,33	216,95	1,600
76	-76,3099976	-0,25	21/8/2019	975	950	297,24	297,29	0,0556	323,38	540,33	216,95	0,256
80	-80,3099976	-0,5	30/8/2019	950	925	293,33	293,44	0,1092	540,33	761,96	221,63	0,493
95	-76,5599976	-0,5	21/8/2019	975	950	296,93	297,06	0,1222	323,38	540,33	216,95	0,563
96	-76,3099976	-0,5	21/8/2019	975	950	296,99	297,06	0,0655	323,38	540,33	216,95	0,302
101	-80,3099976	-0,75	8/8/2019	875	825	289,99	290,18	0,1846	1220,18	1700,12	479,94	0,385
103	-79,8099976	-0,75	8/8/2019	875	850	290,39	290,54	0,1479	1220,18	1457,29	237,11	0,624
117	-76,3099976	-0,75	27/8/2019	975	950	296,93	296,99	0,0581	323,38	540,33	216,95	0,268
122	-80,8099976	-1	7/8/2019	950	925	291,98	292,02	0,0345	540,33	761,96	221,63	0,155
122	-80,8099976	-1	8/8/2019	900	850	290,00	290,84	0,8358	988,50	1457,29	468,80	1,783
122	-80,8099976	-1	9/8/2019	925	900	291,34	291,89	0,5516	761,96	988,50	226,53	2,435
122	-80,8099976	-1	10/8/2019	975	925	292,07	293,05	0,9792	323,38	761,96	438,58	2,233
122	-80,8099976	-1	11/8/2019	975	925	292,05	292,83	0,7761	323,38	761,96	438,58	1,770
122	-80,8099976	-1	12/8/2019	950	900	290,85	292,22	1,3658	540,33	988,50	448,16	3,048
122	-80,8099976	-1	13/8/2019	950	900	291,44	292,25	0,8121	540,33	988,50	448,16	1,812
122	-80,8099976	-1	14/8/2019	950	925	291,77	291,97	0,1973	540,33	761,96	221,63	0,890
122	-80,8099976	-1	16/8/2019	975	950	292,83	293,04	0,2082	323,38	540,33	216,95	0,959
122	-80,8099976	-1	18/8/2019	850	825	290,43	290,49	0,0626	1457,29	1700,12	242,83	0,258
122	-80,8099976	-1	20/8/2019	975	950	293,95	293,99	0,0456	323,38	540,33	216,95	0,210
122	-80,8099976	-1	21/8/2019	975	925	292,32	292,96	0,6361	323,38	761,96	438,58	1,450
122	-80,8099976	-1	22/8/2019	950	925	291,90	291,96	0,0633	540,33	761,96	221,63	0,286
122	-80,8099976	-1	24/8/2019	950	925	292,41	292,94	0,5246	540,33	761,96	221,63	2,367
122	-80,8099976	-1	25/8/2019	950	925	291,32	292,07	0,7462	540,33	761,96	221,63	3,367
122	-80,8099976	-1	26/8/2019	950	925	292,22	292,79	0,5676	540,33	761,96	221,63	2,561
122	-80,8099976	-1	27/8/2019	950	900	291,40	292,42	1,0253	540,33	988,50	448,16	2,288
122	-80,8099976	-1	28/8/2019	950	925	291,63	292,42	0,7852	540,33	761,96	221,63	3,543
122	-80,8099976	-1	29/8/2019	975	925	292,71	293,88	1,1691	323,38	761,96	438,58	2,666
122	-80,8099976	-1	30/8/2019	975	925	291,91	292,83	0,9242	323,38	761,96	438,58	2,107
122	-80,8099976	-1	31/8/2019	950	900	291,42	291,71	0,2903	540,33	988,50	448,16	0,648
124	-80,3099976	-1	8/8/2019	850	825	290,06	290,33	0,2725	1457,29	1700,12	242,83	1,122
124	-80,3099976	-1	8/8/2019	875	850	289,86	290,06	0,2041	1220,18	1457,29	237,11	0,861
126	-79,8099976	-1	8/8/2019	875	850	290,45	290,78	0,3358	1220,18	1457,29	237,11	1,416
135	-77,5599976	-1	16/8/2019	950	925	296,12	296,26	0,1410	540,33	761,96	221,63	0,636
140	-76,3099976	-1	27/8/2019	975	950	296,71	296,90	0,1887	323,38	540,33	216,95	0,870
144	-80,8099976	-1,25	6/8/2019	950	925	292,26	292,27	0,0072	540,33	761,96	221,63	0,033
144	-80,8099976	-1,25	7/8/2019	950	925	291,64	291,80	0,1647	540,33	761,96	221,63	0,743
144	-80,8099976	-1,25	8/8/2019	900	850	290,01	290,95	0,9358	988,50	1457,29	468,80	1,996
144	-80,8099976	-1,25	9/8/2019	925	875	291,06	291,78	0,7217	761,96	1220,18	458,22	1,575
144	-80,8099976	-1,25	10/8/2019	950	925	292,21	292,69	0,4847	540,33	761,96	221,63	2,187
144	-80,8099976	-1,25	11/8/2019	950	925	291,95	292,59	0,6445	540,33	761,96	221,63	2,908
144	-80,8099976	-1,25	12/8/2019	950	875	290,56	292,17	1,6095	540,33	1220,18	679,85	2,367
144	-80,8099976	-1,25	13/8/2019	950	900	291,20	292,17	0,9688	540,33	988,50	448,16	2,162
144	-80,8099976	-1,25	14/8/2019	950	925	291,42	291,68	0,2568	540,33	761,96	221,63	1,158
144	-80,8099976	-1,25	21/8/2019	950	925	292,14	292,90	0,7571	540,33	761,96	221,63	3,416
144	-80,8099976	-1,25	22/8/2019	950	900	291,50	291,67	0,1723	540,33	988,50	448,16	0,384
144	-80,8099976	-1,25	23/8/2019	950	925	291,95	292,05	0,0951	540,33	761,96	221,63	0,429
144	-80,8099976	-1,25	24/8/2019	950	925	291,92	292,64	0,7252	540,33	761,96	221,63	3,272
144	-80,8099976	-1,25	25/8/2019	950	900	291,00	291,77	0,7744	540,33	988,50	448,16	1,728
144	-80,8099976	-1,25	26/8/2019	950	925	291,91	292,59	0,6784	540,33	761,96	221,63	3,061

144	-80,8099976	-1,25	27/8/2019	950	900	291,15	292,25	1,0988	540,33	988,50	448,16	2,452
144	-80,8099976	-1,25	28/8/2019	950	900	291,11	292,08	0,9654	540,33	988,50	448,16	2,154
144	-80,8099976	-1,25	29/8/2019	975	925	292,97	293,74	0,7670	323,38	761,96	438,58	1,749
144	-80,8099976	-1,25	30/8/2019	950	925	291,83	292,65	0,8252	540,33	761,96	221,63	3,723
144	-80,8099976	-1,25	31/8/2019	950	900	291,24	291,58	0,3462	540,33	988,50	448,16	0,773
146	-80,3099976	-1,25	7/8/2019	850	825	289,75	289,80	0,0508	1457,29	1700,12	242,83	0,209
146	-80,3099976	-1,25	8/8/2019	875	825	289,89	290,51	0,6141	1220,18	1700,12	479,94	1,280
146	-80,3099976	-1,25	19/8/2019	800	775	287,29	287,29	0,0071	1948,98	2204,22	255,24	0,028
148	-79,8099976	-1,25	8/8/2019	875	850	290,56	290,92	0,3636	1220,18	1457,29	237,11	1,534
148	-79,8099976	-1,25	13/8/2019	900	875	291,73	291,80	0,0660	988,50	1220,18	231,69	0,285
148	-79,8099976	-1,25	18/8/2019	875	850	291,24	291,31	0,0736	1220,18	1457,29	237,11	0,310
157	-77,5599976	-1,25	16/8/2019	950	925	295,55	295,82	0,2690	540,33	761,96	221,63	1,214
157	-77,5599976	-1,25	21/8/2019	950	925	294,97	295,08	0,1110	540,33	761,96	221,63	0,501
167	-80,3099976	-1,5	7/8/2019	850	825	289,88	289,93	0,0510	1457,29	1700,12	242,83	0,210
167	-80,3099976	-1,5	8/8/2019	875	850	290,13	290,53	0,3924	1220,18	1457,29	237,11	1,655
167	-80,3099976	-1,5	8/8/2019	850	825	290,53	290,57	0,0473	1457,29	1700,12	242,83	0,195
169	-79,8099976	-1,5	8/8/2019	900	850	290,70	290,91	0,2155	988,50	1457,29	468,80	0,460
169	-79,8099976	-1,5	13/8/2019	900	875	291,78	291,91	0,1282	988,50	1220,18	231,69	0,553
169	-79,8099976	-1,5	18/8/2019	875	850	291,25	291,33	0,0796	1220,18	1457,29	237,11	0,336
178	-77,5599976	-1,5	5/8/2019	950	925	293,74	293,82	0,0876	540,33	761,96	221,63	0,395
185	-75,8099976	-1,5	22/8/2019	125	100	200,09	200,21	0,1188	14559,76	15797,25	1237,50	0,096
188	-80,3099976	-1,75	7/8/2019	850	825	289,90	289,95	0,0412	1457,29	1700,12	242,83	0,170
188	-80,3099976	-1,75	8/8/2019	875	850	290,34	290,68	0,3418	1220,18	1457,29	237,11	1,441
188	-80,3099976	-1,75	18/8/2019	850	825	290,70	290,75	0,0569	1457,29	1700,12	242,83	0,234
190	-79,8099976	-1,75	8/8/2019	900	875	290,80	290,95	0,1535	988,50	1220,18	231,69	0,663
190	-79,8099976	-1,75	13/8/2019	900	875	291,91	291,96	0,0488	988,50	1220,18	231,69	0,210
204	-76,3099976	-1,75	22/8/2019	125	100	200,24	200,24	0,0074	14559,76	15797,25	1237,50	0,006
206	-75,8099976	-1,75	22/8/2019	125	100	200,08	200,30	0,2219	14559,76	15797,25	1237,50	0,179
208	-80,3099976	-2	7/8/2019	850	825	289,90	290,03	0,1322	1457,29	1700,12	242,83	0,544
208	-80,3099976	-2	8/8/2019	875	850	290,54	290,76	0,2203	1220,18	1457,29	237,11	0,929
208	-80,3099976	-2	18/8/2019	875	850	290,82	290,98	0,1696	1220,18	1457,29	237,11	0,715
208	-80,3099976	-2	28/8/2019	925	900	291,82	291,93	0,1019	761,96	988,50	226,53	0,450
210	-79,8099976	-2	8/8/2019	900	875	290,91	290,98	0,0671	988,50	1220,18	231,69	0,289
210	-79,8099976	-2	13/8/2019	900	875	291,89	291,92	0,0223	988,50	1220,18	231,69	0,096
224	-76,3099976	-2	22/8/2019	125	100	200,24	200,32	0,0763	14559,76	15797,25	1237,50	0,062
226	-80,8099976	-2,25	1/8/2019	950	925	290,87	291,06	0,1847	540,33	761,96	221,63	0,833
226	-80,8099976	-2,25	5/8/2019	925	900	292,01	292,03	0,0185	761,96	988,50	226,53	0,082
226	-80,8099976	-2,25	6/8/2019	950	900	291,20	291,54	0,3421	540,33	988,50	448,16	0,763
226	-80,8099976	-2,25	7/8/2019	950	925	290,52	290,86	0,3389	540,33	761,96	221,63	1,529
226	-80,8099976	-2,25	8/8/2019	950	875	289,62	291,35	1,7289	540,33	1220,18	679,85	2,543
226	-80,8099976	-2,25	9/8/2019	925	900	290,36	291,29	0,9259	761,96	988,50	226,53	4,087
226	-80,8099976	-2,25	10/8/2019	975	900	290,79	292,51	1,7164	323,38	988,50	665,12	2,581
226	-80,8099976	-2,25	11/8/2019	975	900	290,48	292,62	2,1418	323,38	988,50	665,12	3,220
226	-80,8099976	-2,25	12/8/2019	950	875	290,11	292,34	2,2244	540,33	1220,18	679,85	3,272
226	-80,8099976	-2,25	13/8/2019	950	900	290,46	292,32	1,8523	540,33	988,50	448,16	4,133
226	-80,8099976	-2,25	14/8/2019	975	925	290,50	291,07	0,5740	323,38	761,96	438,58	1,309
226	-80,8099976	-2,25	16/8/2019	975	925	291,82	292,47	0,6534	323,38	761,96	438,58	1,490
226	-80,8099976	-2,25	17/8/2019	950	850	290,06	291,12	1,0609	540,33	1457,29	916,96	1,157
226	-80,8099976	-2,25	18/8/2019	925	875	290,38	291,61	1,2257	761,96	1220,18	458,22	2,675
226	-80,8099976	-2,25	20/8/2019	975	950	292,55	293,01	0,4528	323,38	540,33	216,95	2,087
226	-80,8099976	-2,25	21/8/2019	975	925	291,31	292,62	1,3166	323,38	761,96	438,58	3,002
226	-80,8099976	-2,25	22/8/2019	950	900	290,64	291,38	0,7452	540,33	988,50	448,16	1,663
226	-80,8099976	-2,25	23/8/2019	950	925	291,00	291,63	0,6253	540,33	761,96	221,63	2,821
226	-80,8099976	-2,25	24/8/2019	950	900	290,48	292,25	1,7665	540,33	988,50	448,16	3,942
226	-80,8099976	-2,25	25/8/2019	950	900	290,24	291,77	1,5327	540,33	988,50	448,16	3,420
226	-80,8099976	-2,25	26/8/2019	975	900	290,88	292,15	1,2718	323,38	988,50	665,12	1,912
226	-80,8099976	-2,25	27/8/2019	950	900	290,31	291,83	1,5202	540,33	988,50	448,16	3,392
226	-80,8099976	-2,25	28/8/2019	950	900	289,68	291,63	1,9503	540,33	988,50	448,16	4,352
226	-80,8099976	-2,25	29/8/2019	975	925	291,26	293,36	2,1092	323,38	761,96	438,58	4,809
226	-80,8099976	-2,25	30/8/2019	975	900	290,58	291,79	1,2115	323,38	988,50	665,12	1,822
226	-80,8099976	-2,25	31/8/2019	950	900	290,52	291,12	0,5978	540,33	988,50	448,16	1,334
228	-80,3099976	-2,25	8/8/2019	875	850	290,71	290,95	0,2318	1220,18	1457,29	237,11	0,978
228	-80,3099976	-2,25	13/8/2019	925	875	291,84	292,03	0,1886	761,96	1220,18	458,22	0,412
228	-80,3099976	-2,25	17/8/2019	875	850	290,32	290,49	0,1721	1220,18	1457,29	237,11	0,726
228	-80,3099976	-2,25	18/8/2019	875	850	291,03	291,38	0,3492	1220,18	1457,29	237,11	1,473

228	-80,3099976	-2,25	28/8/2019	950	900	291,27	291,68	0,4146	540,33	988,50	448,16	0,925
230	-79,8099976	-2,25	13/8/2019	900	875	291,80	291,94	0,1362	988,50	1220,18	231,69	0,588
230	-79,8099976	-2,25	18/8/2019	900	875	291,34	291,44	0,1015	988,50	1220,18	231,69	0,438
230	-79,8099976	-2,25	18/8/2019	875	850	291,44	291,46	0,0197	1220,18	1457,29	237,11	0,083
230	-79,8099976	-2,25	28/8/2019	950	925	291,93	291,94	0,0055	540,33	761,96	221,63	0,025
243	-76,5599976	-2,25	22/8/2019	125	100	200,33	200,33	0,0007	14559,76	15797,25	1237,50	0,001
244	-76,3099976	-2,25	22/8/2019	125	100	200,25	200,38	0,1299	14559,76	15797,25	1237,50	0,105
246	-80,3099976	-2,5	8/8/2019	900	850	290,91	291,08	0,1657	988,50	1457,29	468,80	0,354
246	-80,3099976	-2,5	9/8/2019	925	900	290,97	290,97	0,0080	761,96	988,50	226,53	0,035
246	-80,3099976	-2,5	10/8/2019	975	950	292,34	292,75	0,4103	323,38	540,33	216,95	1,891
246	-80,3099976	-2,5	11/8/2019	975	950	292,18	292,77	0,5933	323,38	540,33	216,95	2,735
246	-80,3099976	-2,5	12/8/2019	975	875	291,81	292,08	0,2720	323,38	1220,18	896,80	0,303
246	-80,3099976	-2,5	13/8/2019	950	875	291,30	292,22	0,9206	540,33	1220,18	679,85	1,354
246	-80,3099976	-2,5	16/8/2019	975	950	292,79	292,87	0,0740	323,38	540,33	216,95	0,341
246	-80,3099976	-2,5	17/8/2019	875	850	290,57	290,87	0,2959	1220,18	1457,29	237,11	1,248
246	-80,3099976	-2,5	18/8/2019	900	850	290,98	291,45	0,4653	988,50	1457,29	468,80	0,993
246	-80,3099976	-2,5	20/8/2019	975	950	293,31	293,68	0,3644	323,38	540,33	216,95	1,679
246	-80,3099976	-2,5	21/8/2019	975	950	292,66	292,84	0,1820	323,38	540,33	216,95	0,839
246	-80,3099976	-2,5	23/8/2019	950	925	291,59	291,84	0,2498	540,33	761,96	221,63	1,127
246	-80,3099976	-2,5	24/8/2019	950	925	291,83	292,36	0,5309	540,33	761,96	221,63	2,396
246	-80,3099976	-2,5	25/8/2019	975	925	291,45	291,64	0,1921	323,38	761,96	438,58	0,438
246	-80,3099976	-2,5	26/8/2019	975	925	291,93	292,31	0,3825	323,38	761,96	438,58	0,872
246	-80,3099976	-2,5	27/8/2019	975	925	291,53	292,05	0,5222	323,38	761,96	438,58	1,191
246	-80,3099976	-2,5	28/8/2019	950	900	290,65	291,57	0,9221	540,33	988,50	448,16	2,058
246	-80,3099976	-2,5	29/8/2019	975	925	292,50	293,33	0,8316	323,38	761,96	438,58	1,896
246	-80,3099976	-2,5	30/8/2019	975	950	291,46	291,86	0,3942	323,38	540,33	216,95	1,817
247	-79,8099976	-2,5	12/8/2019	950	925	292,24	292,26	0,0193	540,33	761,96	221,63	0,087
247	-79,8099976	-2,5	13/8/2019	900	875	291,70	291,86	0,1680	988,50	1220,18	231,69	0,725
247	-79,8099976	-2,5	13/8/2019	950	900	291,57	291,70	0,1301	540,33	988,50	448,16	0,290
247	-79,8099976	-2,5	18/8/2019	875	850	291,34	291,44	0,0987	1220,18	1457,29	237,11	0,416
247	-79,8099976	-2,5	18/8/2019	900	875	291,13	291,34	0,2097	988,50	1220,18	231,69	0,905
247	-79,8099976	-2,5	25/8/2019	950	925	291,69	291,73	0,0374	540,33	761,96	221,63	0,169
247	-79,8099976	-2,5	28/8/2019	950	925	291,42	291,51	0,0960	540,33	761,96	221,63	0,433
258	-77,0599976	-2,5	21/8/2019	975	950	295,54	295,65	0,1066	323,38	540,33	216,95	0,491
258	-77,0599976	-2,5	29/8/2019	975	950	297,59	297,59	0,0089	323,38	540,33	216,95	0,041
260	-76,5599976	-2,5	10/8/2019	975	950	297,01	297,04	0,0306	323,38	540,33	216,95	0,141
260	-76,5599976	-2,5	22/8/2019	125	100	200,34	200,39	0,0446	14559,76	15797,25	1237,50	0,036
304	-79,3099976	-4	5/8/2019	650	600	278,04	278,37	0,3315	3590,67	4206,41	615,74	0,538
311	-79,3099976	-4,25	5/8/2019	650	600	277,62	278,08	0,4578	3590,67	4206,41	615,74	0,744
311	-79,3099976	-4,25	6/8/2019	650	600	278,28	278,38	0,1005	3590,67	4206,41	615,74	0,163
315	-79,3099976	-4,5	5/8/2019	650	600	276,79	276,92	0,1318	3590,67	4206,41	615,74	0,214
315	-79,3099976	-4,5	6/8/2019	650	600	277,31	277,48	0,1637	3590,67	4206,41	615,74	0,266

Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.3.3: Datos septiembre 2019

Píxel	Ubicación		Fecha	Nivel de Presión 1	Nivel de Presión 2	Temp. 1 (K)	Temp. 2 (K)	Fuerza (ΔT)	Base	Altura	Profundidad (ΔZ)	Gradiente °C/km
	x	y										
1	-78,8099976	1,25	19/9/2019	125	100	197,91	199,11	1,201	14559,76	15797,25	1237,50	0,971
2	-79,3099976	1	19/9/2019	125	100	198,36	198,98	0,618	14559,76	15797,25	1237,50	0,500
4	-78,8099976	1	19/9/2019	125	100	197,77	199,17	1,394	14559,76	15797,25	1237,50	1,127
5	-78,5599976	1	19/9/2019	125	100	197,53	199,09	1,566	14559,76	15797,25	1237,50	1,266
8	-79,8099976	0,75	9/9/2019	925	900	291,43	291,91	0,472	761,96	988,50	226,53	2,086
8	-79,8099976	0,75	8/9/2019	950	925	293,41	293,78	0,365	540,33	761,96	221,63	1,646
8	-79,8099976	0,75	14/9/2019	925	900	292,15	292,15	0,003	761,96	988,50	226,53	0,013
8	-79,8099976	0,75	13/9/2019	925	900	292,83	293,04	0,212	761,96	988,50	226,53	0,937
10	-79,3099976	0,75	19/9/2019	125	100	198,33	198,94	0,605	14559,76	15797,25	1237,50	0,489
12	-78,8099976	0,75	19/9/2019	125	100	197,66	199,19	1,533	14559,76	15797,25	1237,50	1,238
13	-78,5599976	0,75	19/9/2019	125	100	197,44	199,03	1,592	14559,76	15797,25	1237,50	1,287
15	-78,0599976	0,75	19/9/2019	125	100	197,28	198,36	1,080	14559,76	15797,25	1237,50	0,873
17	-79,8099976	0,5	8/9/2019	950	925	293,46	293,57	0,114	540,33	761,96	221,63	0,513
17	-79,8099976	0,5	14/9/2019	925	900	292,02	292,06	0,042	761,96	988,50	226,53	0,187
17	-79,8099976	0,5	9/9/2019	925	900	291,25	291,72	0,475	761,96	988,50	226,53	2,096
17	-79,8099976	0,5	13/9/2019	925	900	292,79	292,94	0,154	761,96	988,50	226,53	0,682
19	-79,3099976	0,5	19/9/2019	125	100	198,35	198,89	0,546	14559,76	15797,25	1237,50	0,441
21	-78,8099976	0,5	19/9/2019	125	100	197,58	199,15	1,566	14559,76	15797,25	1237,50	1,265
22	-78,5599976	0,5	19/9/2019	125	100	197,39	198,91	1,526	14559,76	15797,25	1237,50	1,233
24	-78,0599976	0,5	19/9/2019	125	100	197,31	198,16	0,846	14559,76	15797,25	1237,50	0,684
26	-77,5599976	0,5	19/9/2019	125	100	197,40	197,88	0,480	14559,76	15797,25	1237,50	0,388
26	-77,5599976	0,5	20/9/2019	125	100	198,08	198,46	0,387	14559,76	15797,25	1237,50	0,313
27	-79,8099976	0,25	8/9/2019	950	925	293,67	293,68	0,015	540,33	761,96	221,63	0,067
27	-79,8099976	0,25	9/9/2019	925	900	291,46	291,71	0,251	761,96	988,50	226,53	1,107
29	-79,3099976	0,25	19/9/2019	125	100	198,30	198,86	0,558	14559,76	15797,25	1237,50	0,451
31	-78,8099976	0,25	19/9/2019	125	100	197,57	199,04	1,473	14559,76	15797,25	1237,50	1,190
32	-78,5599976	0,25	19/9/2019	125	100	197,40	198,79	1,392	14559,76	15797,25	1237,50	1,125
34	-78,0599976	0,25	19/9/2019	125	100	197,34	198,00	0,653	14559,76	15797,25	1237,50	0,527
36	-77,5599976	0,25	20/9/2019	125	100	197,96	198,46	0,504	14559,76	15797,25	1237,50	0,408
36	-77,5599976	0,25	19/9/2019	125	100	197,46	197,75	0,290	14559,76	15797,25	1237,50	0,234
38	-77,0599976	0,25	20/9/2019	125	100	197,59	198,42	0,828	14559,76	15797,25	1237,50	0,669
38	-77,0599976	0,25	19/9/2019	125	100	197,37	198,35	0,985	14559,76	15797,25	1237,50	0,796
40	-76,3099976	0,25	19/9/2019	125	100	196,72	199,04	2,325	14559,76	15797,25	1237,50	1,879
40	-76,3099976	0,25	20/9/2019	125	100	197,20	198,22	1,022	14559,76	15797,25	1237,50	0,826
45	-79,3099976	0	19/9/2019	125	100	198,17	198,84	0,676	14559,76	15797,25	1237,50	0,546
47	-78,8099976	0	19/9/2019	125	100	197,57	198,88	1,309	14559,76	15797,25	1237,50	1,058
48	-78,5599976	0	19/9/2019	125	100	197,44	198,62	1,178	14559,76	15797,25	1237,50	0,952
50	-78,0599976	0	19/9/2019	125	100	197,37	197,89	0,526	14559,76	15797,25	1237,50	0,425
50	-78,0599976	0	20/9/2019	125	100	198,26	198,37	0,108	14559,76	15797,25	1237,50	0,087
52	-77,5599976	0	20/9/2019	125	100	197,86	198,47	0,611	14559,76	15797,25	1237,50	0,494
52	-77,5599976	0	19/9/2019	125	100	197,48	197,64	0,166	14559,76	15797,25	1237,50	0,134
54	-77,0599976	0	19/9/2019	125	100	197,35	198,28	0,927	14559,76	15797,25	1237,50	0,749
54	-77,0599976	0	20/9/2019	125	100	197,50	198,44	0,940	14559,76	15797,25	1237,50	0,759
56	-76,5599976	0	19/9/2019	125	100	196,91	198,88	1,970	14559,76	15797,25	1237,50	1,592
56	-76,5599976	0	20/9/2019	125	100	197,26	198,27	1,013	14559,76	15797,25	1237,50	0,819
57	-76,3099976	0	16/9/2019	975	950	299,66	299,70	0,038	323,38	540,33	216,95	0,174
57	-76,3099976	0	20/9/2019	125	100	197,22	198,20	0,979	14559,76	15797,25	1237,50	0,792
57	-76,3099976	0	19/9/2019	125	100	196,61	199,06	2,456	14559,76	15797,25	1237,50	1,985
57	-76,3099976	0	13/9/2019	975	950	297,51	297,59	0,079	323,38	540,33	216,95	0,366
59	-75,8099976	0	20/9/2019	125	100	197,22	198,36	1,142	14559,76	15797,25	1237,50	0,922
59	-75,8099976	0	13/9/2019	975	950	297,43	297,49	0,057	323,38	540,33	216,95	0,263
59	-75,8099976	0	19/9/2019	125	100	196,09	199,32	3,223	14559,76	15797,25	1237,50	2,604
60	-80,3099976	-0,25	15/9/2019	950	925	292,93	293,04	0,107	540,33	761,96	221,63	0,482
60	-80,3099976	-0,25	16/9/2019	950	925	293,43	293,79	0,365	540,33	761,96	221,63	1,645
60	-80,3099976	-0,25	9/9/2019	950	900	290,84	291,98	1,144	540,33	988,50	448,16	2,552
60	-80,3099976	-0,25	10/9/2019	950	925	291,64	292,11	0,469	540,33	761,96	221,63	2,118
60	-80,3099976	-0,25	14/9/2019	950	900	292,38	292,57	0,195	540,33	988,50	448,16	0,436
60	-80,3099976	-0,25	3/9/2019	950	925	293,13	293,21	0,072	540,33	761,96	221,63	0,326
60	-80,3099976	-0,25	4/9/2019	950	925	292,90	293,19	0,290	540,33	761,96	221,63	1,307
60	-80,3099976	-0,25	6/9/2019	950	925	292,44	292,76	0,322	540,33	761,96	221,63	1,451

60	-80,3099976	-0,25	7/9/2019	950	925	292,36	292,49	0,131	540,33	761,96	221,63	0,590
60	-80,3099976	-0,25	8/9/2019	950	900	292,68	293,63	0,943	540,33	988,50	448,16	2,105
64	-79,3099976	-0,25	19/9/2019	125	100	198,02	198,83	0,815	14559,76	15797,25	1237,50	0,659
66	-78,8099976	-0,25	19/9/2019	125	100	197,52	198,69	1,171	14559,76	15797,25	1237,50	0,946
67	-78,5599976	-0,25	19/9/2019	125	100	197,46	198,40	0,940	14559,76	15797,25	1237,50	0,760
69	-78,0599976	-0,25	19/9/2019	125	100	197,42	197,78	0,365	14559,76	15797,25	1237,50	0,295
69	-78,0599976	-0,25	20/9/2019	125	100	198,11	198,40	0,287	14559,76	15797,25	1237,50	0,232
71	-77,5599976	-0,25	20/9/2019	125	100	197,72	198,48	0,753	14559,76	15797,25	1237,50	0,609
71	-77,5599976	-0,25	19/9/2019	125	100	197,47	197,53	0,057	14559,76	15797,25	1237,50	0,046
73	-77,0599976	-0,25	20/9/2019	125	100	197,43	198,45	1,014	14559,76	15797,25	1237,50	0,820
73	-77,0599976	-0,25	19/9/2019	125	100	197,35	198,20	0,852	14559,76	15797,25	1237,50	0,688
75	-76,5599976	-0,25	19/9/2019	125	100	196,82	198,85	2,034	14559,76	15797,25	1237,50	1,643
75	-76,5599976	-0,25	20/9/2019	125	100	197,24	198,35	1,101	14559,76	15797,25	1237,50	0,890
76	-76,3099976	-0,25	20/9/2019	125	100	197,23	198,23	1,004	14559,76	15797,25	1237,50	0,811
76	-76,3099976	-0,25	19/9/2019	125	100	196,49	199,06	2,563	14559,76	15797,25	1237,50	2,071
78	-75,8099976	-0,25	13/9/2019	975	950	297,42	297,46	0,046	323,38	540,33	216,95	0,212
78	-75,8099976	-0,25	20/9/2019	125	100	197,26	198,33	1,076	14559,76	15797,25	1237,50	0,869
78	-75,8099976	-0,25	19/9/2019	125	100	196,05	199,23	3,175	14559,76	15797,25	1237,50	2,565
80	-80,3099976	-0,5	8/9/2019	950	925	293,19	293,75	0,557	540,33	761,96	221,63	2,513
80	-80,3099976	-0,5	4/9/2019	950	925	293,14	293,29	0,156	540,33	761,96	221,63	0,703
80	-80,3099976	-0,5	9/9/2019	925	900	291,62	291,92	0,293	761,96	988,50	226,53	1,292
80	-80,3099976	-0,5	10/9/2019	950	925	291,96	292,23	0,267	540,33	761,96	221,63	1,203
80	-80,3099976	-0,5	9/9/2019	950	925	291,20	291,62	0,428	540,33	761,96	221,63	1,932
80	-80,3099976	-0,5	16/9/2019	950	925	293,81	293,93	0,121	540,33	761,96	221,63	0,545
84	-79,3099976	-0,5	19/9/2019	125	100	197,93	198,80	0,873	14559,76	15797,25	1237,50	0,706
86	-78,8099976	-0,5	19/9/2019	125	100	197,47	198,52	1,046	14559,76	15797,25	1237,50	0,846
87	-78,5599976	-0,5	19/9/2019	125	100	197,46	198,19	0,722	14559,76	15797,25	1237,50	0,583
89	-78,0599976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,90	198,45	0,550	14559,76	15797,25	1237,50	0,444
89	-78,0599976	-0,5	19/9/2019	125	100	197,50	197,59	0,093	14559,76	15797,25	1237,50	0,075
91	-77,5599976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,56	198,49	0,925	14559,76	15797,25	1237,50	0,747
93	-77,0599976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,36	198,46	1,102	14559,76	15797,25	1237,50	0,890
93	-77,0599976	-0,5	19/9/2019	125	100	197,32	198,13	0,813	14559,76	15797,25	1237,50	0,657
95	-76,5599976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,20	198,42	1,215	14559,76	15797,25	1237,50	0,982
95	-76,5599976	-0,5	19/9/2019	125	100	196,72	198,80	2,083	14559,76	15797,25	1237,50	1,683
96	-76,3099976	-0,5	19/9/2019	125	100	196,40	198,99	2,592	14559,76	15797,25	1237,50	2,095
96	-76,3099976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,20	198,31	1,111	14559,76	15797,25	1237,50	0,898
96	-76,3099976	-0,5	20/9/2019	975	950	297,78	297,79	0,006	323,38	540,33	216,95	0,027
98	-75,8099976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,29	198,31	1,020	14559,76	15797,25	1237,50	0,825
98	-75,8099976	-0,5	19/9/2019	125	100	196,04	199,06	3,022	14559,76	15797,25	1237,50	2,442
100	-75,3099976	-0,5	20/9/2019	125	100	197,60	198,28	0,682	14559,76	15797,25	1237,50	0,551
100	-75,3099976	-0,5	19/9/2019	125	100	196,07	198,46	2,391	14559,76	15797,25	1237,50	1,932
101	-80,3099976	-0,75	8/9/2019	950	925	293,75	293,94	0,181	540,33	761,96	221,63	0,818
101	-80,3099976	-0,75	9/9/2019	950	925	291,57	292,11	0,540	540,33	761,96	221,63	2,437
105	-79,3099976	-0,75	19/9/2019	125	100	197,94	198,71	0,765	14559,76	15797,25	1237,50	0,618
107	-78,8099976	-0,75	19/9/2019	125	100	197,49	198,33	0,843	14559,76	15797,25	1237,50	0,681
108	-78,5599976	-0,75	19/9/2019	125	100	197,50	197,98	0,479	14559,76	15797,25	1237,50	0,387
110	-78,0599976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,67	198,48	0,815	14559,76	15797,25	1237,50	0,659
112	-77,5599976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,39	198,50	1,107	14559,76	15797,25	1237,50	0,895
114	-77,0599976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,26	198,51	1,252	14559,76	15797,25	1237,50	1,012
114	-77,0599976	-0,75	19/9/2019	125	100	197,25	198,06	0,810	14559,76	15797,25	1237,50	0,655
116	-76,5599976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,14	198,49	1,352	14559,76	15797,25	1237,50	1,092
116	-76,5599976	-0,75	19/9/2019	125	100	196,62	198,73	2,105	14559,76	15797,25	1237,50	1,701
117	-76,3099976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,13	198,40	1,275	14559,76	15797,25	1237,50	1,030
117	-76,3099976	-0,75	19/9/2019	125	100	196,33	198,88	2,550	14559,76	15797,25	1237,50	2,060
117	-76,3099976	-0,75	18/9/2019	975	950	299,88	299,92	0,038	323,38	540,33	216,95	0,176
117	-76,3099976	-0,75	17/9/2019	975	950	300,66	300,75	0,093	323,38	540,33	216,95	0,431
119	-75,8099976	-0,75	19/9/2019	125	100	196,06	198,85	2,788	14559,76	15797,25	1237,50	2,253
119	-75,8099976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,29	198,28	0,989	14559,76	15797,25	1237,50	0,800
121	-75,3099976	-0,75	19/9/2019	125	100	196,11	198,23	2,119	14559,76	15797,25	1237,50	1,712
121	-75,3099976	-0,75	20/9/2019	125	100	197,63	198,12	0,486	14559,76	15797,25	1237,50	0,393
122	-80,8099976	-1	2/9/2019	950	925	291,52	292,10	0,584	540,33	761,96	221,63	2,636
122	-80,8099976	-1	3/9/2019	950	925	292,07	292,73	0,658	540,33	761,96	221,63	2,968
122	-80,8099976	-1	4/9/2019	950	925	291,58	292,72	1,148	540,33	761,96	221,63	5,180
122	-80,8099976	-1	5/9/2019	975	925	291,63	292,84	1,205	323,38	761,96	438,58	2,748
122	-80,8099976	-1	6/9/2019	975	900	291,39	292,35	0,954	323,38	988,50	665,12	1,434

122	-80,8099976	-1	7/9/2019	950	900	291,21	292,61	1,403	540,33	988,50	448,16	3,130
122	-80,8099976	-1	8/9/2019	975	925	291,62	293,81	2,183	323,38	761,96	438,58	4,978
122	-80,8099976	-1	9/9/2019	950	900	289,41	291,91	2,501	540,33	988,50	448,16	5,580
122	-80,8099976	-1	10/9/2019	925	900	291,92	291,98	0,053	761,96	988,50	226,53	0,236
122	-80,8099976	-1	11/9/2019	975	925	291,94	292,74	0,806	323,38	761,96	438,58	1,837
122	-80,8099976	-1	12/9/2019	975	925	291,94	293,07	1,128	323,38	761,96	438,58	2,572
122	-80,8099976	-1	14/9/2019	950	900	291,60	292,42	0,821	540,33	988,50	448,16	1,831
122	-80,8099976	-1	15/9/2019	975	925	291,68	292,80	1,123	323,38	761,96	438,58	2,560
122	-80,8099976	-1	16/9/2019	975	925	292,44	293,79	1,353	323,38	761,96	438,58	3,084
122	-80,8099976	-1	17/9/2019	950	925	291,54	291,87	0,330	540,33	761,96	221,63	1,491
122	-80,8099976	-1	19/9/2019	950	925	292,32	292,42	0,096	540,33	761,96	221,63	0,433
122	-80,8099976	-1	20/9/2019	950	925	291,88	292,11	0,229	540,33	761,96	221,63	1,035
122	-80,8099976	-1	21/9/2019	950	925	291,34	291,59	0,249	540,33	761,96	221,63	1,122
122	-80,8099976	-1	23/9/2019	950	925	292,05	292,11	0,052	540,33	761,96	221,63	0,234
124	-80,3099976	-1	9/9/2019	950	925	292,40	292,43	0,035	540,33	761,96	221,63	0,158
128	-79,3099976	-1	19/9/2019	125	100	198,07	198,54	0,470	14559,76	15797,25	1237,50	0,380
130	-78,8099976	-1	19/9/2019	125	100	197,57	198,12	0,548	14559,76	15797,25	1237,50	0,443
131	-78,5599976	-1	19/9/2019	125	100	197,58	197,78	0,207	14559,76	15797,25	1237,50	0,167
133	-78,0599976	-1	20/9/2019	125	100	197,46	198,48	1,024	14559,76	15797,25	1237,50	0,827
135	-77,5599976	-1	20/9/2019	125	100	197,21	198,52	1,301	14559,76	15797,25	1237,50	1,052
137	-77,0599976	-1	19/9/2019	125	100	197,23	198,00	0,769	14559,76	15797,25	1237,50	0,621
137	-77,0599976	-1	20/9/2019	125	100	197,15	198,56	1,414	14559,76	15797,25	1237,50	1,142
139	-76,5599976	-1	20/9/2019	125	100	197,08	198,54	1,462	14559,76	15797,25	1237,50	1,181
139	-76,5599976	-1	19/9/2019	125	100	196,57	198,60	2,039	14559,76	15797,25	1237,50	1,648
140	-76,3099976	-1	19/9/2019	125	100	196,30	198,72	2,421	14559,76	15797,25	1237,50	1,956
140	-76,3099976	-1	18/9/2019	975	950	300,01	300,13	0,111	323,38	540,33	216,95	0,513
140	-76,3099976	-1	17/9/2019	975	950	300,50	300,74	0,239	323,38	540,33	216,95	1,104
140	-76,3099976	-1	20/9/2019	125	100	197,07	198,47	1,400	14559,76	15797,25	1237,50	1,132
140	-76,3099976	-1	20/9/2019	975	950	297,49	297,65	0,152	323,38	540,33	216,95	0,702
142	-75,8099976	-1	20/9/2019	125	100	197,30	198,27	0,969	14559,76	15797,25	1237,50	0,783
142	-75,8099976	-1	19/9/2019	125	100	196,11	198,60	2,497	14559,76	15797,25	1237,50	2,017
144	-80,8099976	-1,25	2/9/2019	950	900	291,22	291,90	0,676	540,33	988,50	448,16	1,507
144	-80,8099976	-1,25	3/9/2019	950	925	291,64	292,46	0,824	540,33	761,96	221,63	3,720
144	-80,8099976	-1,25	4/9/2019	950	900	291,11	292,44	1,330	540,33	988,50	448,16	2,967
144	-80,8099976	-1,25	5/9/2019	975	925	291,88	292,69	0,813	323,38	761,96	438,58	1,853
144	-80,8099976	-1,25	6/9/2019	950	925	291,52	292,17	0,654	540,33	761,96	221,63	2,953
144	-80,8099976	-1,25	7/9/2019	950	900	290,85	292,63	1,772	540,33	988,50	448,16	3,954
144	-80,8099976	-1,25	8/9/2019	950	900	291,73	293,71	1,986	540,33	988,50	448,16	4,432
144	-80,8099976	-1,25	9/9/2019	950	900	289,48	291,75	2,277	540,33	988,50	448,16	5,080
144	-80,8099976	-1,25	10/9/2019	950	900	290,39	291,87	1,486	540,33	988,50	448,16	3,316
144	-80,8099976	-1,25	11/9/2019	950	925	292,02	292,46	0,438	540,33	761,96	221,63	1,977
144	-80,8099976	-1,25	12/9/2019	975	925	292,09	292,77	0,684	323,38	761,96	438,58	1,559
144	-80,8099976	-1,25	13/9/2019	950	925	292,04	292,04	0,002	540,33	761,96	221,63	0,010
144	-80,8099976	-1,25	14/9/2019	950	900	291,37	292,25	0,872	540,33	988,50	448,16	1,946
144	-80,8099976	-1,25	15/9/2019	950	900	291,59	292,57	0,986	540,33	988,50	448,16	2,200
144	-80,8099976	-1,25	16/9/2019	975	925	292,71	293,69	0,977	323,38	761,96	438,58	2,229
144	-80,8099976	-1,25	17/9/2019	950	925	291,58	291,82	0,247	540,33	761,96	221,63	1,116
144	-80,8099976	-1,25	19/9/2019	950	925	292,09	292,16	0,068	540,33	761,96	221,63	0,308
144	-80,8099976	-1,25	20/9/2019	950	925	291,37	291,69	0,325	540,33	761,96	221,63	1,465
144	-80,8099976	-1,25	21/9/2019	950	925	291,25	291,48	0,221	540,33	761,96	221,63	0,999
144	-80,8099976	-1,25	23/9/2019	950	925	291,87	291,90	0,035	540,33	761,96	221,63	0,157
150	-79,3099976	-1,25	19/9/2019	125	100	198,24	198,29	0,057	14559,76	15797,25	1237,50	0,046
152	-78,8099976	-1,25	19/9/2019	125	100	197,68	197,92	0,243	14559,76	15797,25	1237,50	0,196
153	-78,5599976	-1,25	20/9/2019	125	100	198,18	198,31	0,129	14559,76	15797,25	1237,50	0,104
155	-78,0599976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,27	198,47	1,196	14559,76	15797,25	1237,50	0,967
157	-77,5599976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,04	198,52	1,476	14559,76	15797,25	1237,50	1,193
159	-77,0599976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,05	198,59	1,537	14559,76	15797,25	1237,50	1,242
159	-77,0599976	-1,25	19/9/2019	125	100	197,24	197,92	0,676	14559,76	15797,25	1237,50	0,547
161	-76,5599976	-1,25	19/9/2019	125	100	196,56	198,44	1,872	14559,76	15797,25	1237,50	1,513
161	-76,5599976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,04	198,56	1,526	14559,76	15797,25	1237,50	1,233
161	-76,5599976	-1,25	17/9/2019	975	950	300,67	300,81	0,140	323,38	540,33	216,95	0,645
162	-76,3099976	-1,25	19/9/2019	125	100	196,31	198,51	2,199	14559,76	15797,25	1237,50	1,777
162	-76,3099976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,05	198,48	1,433	14559,76	15797,25	1237,50	1,158
164	-75,8099976	-1,25	20/9/2019	125	100	197,33	198,20	0,867	14559,76	15797,25	1237,50	0,700
164	-75,8099976	-1,25	19/9/2019	125	100	196,18	198,33	2,154	14559,76	15797,25	1237,50	1,741

174	-78,5599976	-1,5	20/9/2019	125	100	198,06	198,34	0,285	14559,76	15797,25	1237,50	0,231
176	-78,0599976	-1,5	20/9/2019	125	100	197,15	198,49	1,339	14559,76	15797,25	1237,50	1,082
178	-77,5599976	-1,5	20/9/2019	125	100	196,93	198,51	1,586	14559,76	15797,25	1237,50	1,282
180	-77,0599976	-1,5	19/9/2019	125	100	197,21	197,79	0,578	14559,76	15797,25	1237,50	0,467
180	-77,0599976	-1,5	20/9/2019	125	100	196,97	198,59	1,613	14559,76	15797,25	1237,50	1,303
182	-76,5599976	-1,5	19/9/2019	125	100	196,58	198,24	1,655	14559,76	15797,25	1237,50	1,337
182	-76,5599976	-1,5	17/9/2019	975	950	300,68	300,81	0,123	323,38	540,33	216,95	0,569
182	-76,5599976	-1,5	20/9/2019	125	100	197,01	198,57	1,560	14559,76	15797,25	1237,50	1,261
183	-76,3099976	-1,5	19/9/2019	125	100	196,37	198,27	1,895	14559,76	15797,25	1237,50	1,531
183	-76,3099976	-1,5	20/9/2019	125	100	197,07	198,46	1,389	14559,76	15797,25	1237,50	1,123
185	-75,8099976	-1,5	20/9/2019	125	100	197,35	198,03	0,680	14559,76	15797,25	1237,50	0,549
185	-75,8099976	-1,5	19/9/2019	125	100	196,27	198,02	1,749	14559,76	15797,25	1237,50	1,413
195	-78,5599976	-1,75	20/9/2019	125	100	198,04	198,34	0,294	14559,76	15797,25	1237,50	0,237
197	-78,0599976	-1,75	20/9/2019	125	100	197,11	198,55	1,439	14559,76	15797,25	1237,50	1,162
199	-77,5599976	-1,75	20/9/2019	125	100	196,86	198,55	1,689	14559,76	15797,25	1237,50	1,365
201	-77,0599976	-1,75	19/9/2019	125	100	197,15	197,61	0,456	14559,76	15797,25	1237,50	0,369
201	-77,0599976	-1,75	20/9/2019	125	100	196,92	198,59	1,675	14559,76	15797,25	1237,50	1,354
203	-76,5599976	-1,75	2/9/2019	975	950	298,94	299,03	0,084	323,38	540,33	216,95	0,389
203	-76,5599976	-1,75	17/9/2019	975	950	300,80	300,91	0,112	323,38	540,33	216,95	0,514
203	-76,5599976	-1,75	20/9/2019	125	100	196,98	198,55	1,566	14559,76	15797,25	1237,50	1,265
203	-76,5599976	-1,75	19/9/2019	125	100	196,62	198,01	1,391	14559,76	15797,25	1237,50	1,124
204	-76,3099976	-1,75	19/9/2019	125	100	196,46	198,00	1,540	14559,76	15797,25	1237,50	1,245
204	-76,3099976	-1,75	20/9/2019	125	100	197,08	198,37	1,294	14559,76	15797,25	1237,50	1,046
206	-75,8099976	-1,75	19/9/2019	125	100	196,38	197,70	1,319	14559,76	15797,25	1237,50	1,066
206	-75,8099976	-1,75	20/9/2019	125	100	197,37	197,89	0,521	14559,76	15797,25	1237,50	0,421
215	-78,5599976	-2	20/9/2019	125	100	198,15	198,29	0,143	14559,76	15797,25	1237,50	0,116
217	-78,0599976	-2	20/9/2019	125	100	197,15	198,59	1,433	14559,76	15797,25	1237,50	1,158
219	-77,5599976	-2	20/9/2019	125	100	196,82	198,63	1,812	14559,76	15797,25	1237,50	1,464
221	-77,0599976	-2	20/9/2019	125	100	196,86	198,63	1,770	14559,76	15797,25	1237,50	1,431
221	-77,0599976	-2	19/9/2019	125	100	197,14	197,46	0,320	14559,76	15797,25	1237,50	0,259
223	-76,5599976	-2	17/9/2019	975	950	300,75	301,02	0,271	323,38	540,33	216,95	1,250
223	-76,5599976	-2	2/9/2019	975	950	298,78	299,20	0,425	323,38	540,33	216,95	1,961
223	-76,5599976	-2	20/9/2019	125	100	196,95	198,49	1,542	14559,76	15797,25	1237,50	1,246
223	-76,5599976	-2	19/9/2019	125	100	196,69	197,76	1,071	14559,76	15797,25	1237,50	0,866
223	-76,5599976	-2	18/9/2019	975	950	300,44	300,48	0,045	323,38	540,33	216,95	0,208
224	-76,3099976	-2	19/9/2019	125	100	196,57	197,72	1,149	14559,76	15797,25	1237,50	0,928
224	-76,3099976	-2	20/9/2019	125	100	197,07	198,25	1,176	14559,76	15797,25	1237,50	0,951
226	-80,8099976	-2,25	1/9/2019	925	900	291,08	291,76	0,684	761,96	988,50	226,53	3,019
226	-80,8099976	-2,25	2/9/2019	950	900	290,64	291,74	1,101	540,33	988,50	448,16	2,456
226	-80,8099976	-2,25	3/9/2019	950	900	290,75	292,31	1,557	540,33	988,50	448,16	3,475
226	-80,8099976	-2,25	4/9/2019	975	900	290,48	291,80	1,317	323,38	988,50	665,12	1,981
226	-80,8099976	-2,25	5/9/2019	975	900	290,50	292,36	1,865	323,38	988,50	665,12	2,803
226	-80,8099976	-2,25	6/9/2019	975	900	290,15	292,02	1,869	323,38	988,50	665,12	2,810
226	-80,8099976	-2,25	7/9/2019	975	900	290,27	292,73	2,462	323,38	988,50	665,12	3,701
226	-80,8099976	-2,25	8/9/2019	975	900	290,81	293,48	2,669	323,38	988,50	665,12	4,013
226	-80,8099976	-2,25	9/9/2019	975	900	289,51	292,18	2,674	323,38	988,50	665,12	4,021
226	-80,8099976	-2,25	10/9/2019	950	900	289,85	291,47	1,620	540,33	988,50	448,16	3,615
226	-80,8099976	-2,25	11/9/2019	975	925	291,38	291,74	0,365	323,38	761,96	438,58	0,833
226	-80,8099976	-2,25	12/9/2019	975	925	290,99	292,62	1,635	323,38	761,96	438,58	3,729
226	-80,8099976	-2,25	13/9/2019	925	875	290,88	291,64	0,766	761,96	1220,18	458,22	1,673
226	-80,8099976	-2,25	14/9/2019	975	900	290,76	292,19	1,433	323,38	988,50	665,12	2,154
226	-80,8099976	-2,25	15/9/2019	975	900	290,67	292,27	1,594	323,38	988,50	665,12	2,397
226	-80,8099976	-2,25	16/9/2019	975	925	291,88	293,30	1,414	323,38	761,96	438,58	3,225
226	-80,8099976	-2,25	17/9/2019	975	925	291,51	291,79	0,281	323,38	761,96	438,58	0,641
226	-80,8099976	-2,25	18/9/2019	975	925	291,30	291,48	0,171	323,38	761,96	438,58	0,391
226	-80,8099976	-2,25	19/9/2019	975	925	291,34	291,72	0,377	323,38	761,96	438,58	0,859
226	-80,8099976	-2,25	20/9/2019	950	900	290,75	291,19	0,441	540,33	988,50	448,16	0,983
226	-80,8099976	-2,25	21/9/2019	950	925	290,78	291,62	0,842	540,33	761,96	221,63	3,799
226	-80,8099976	-2,25	22/9/2019	950	925	291,05	291,38	0,330	540,33	761,96	221,63	1,490
226	-80,8099976	-2,25	23/9/2019	925	900	291,41	291,48	0,067	761,96	988,50	226,53	0,296
226	-80,8099976	-2,25	26/9/2019	950	925	291,73	291,84	0,115	540,33	761,96	221,63	0,519
226	-80,8099976	-2,25	27/9/2019	900	875	289,80	290,35	0,553	988,50	1220,18	231,69	2,387
237	-78,0599976	-2,25	20/9/2019	125	100	197,30	198,55	1,253	14559,76	15797,25	1237,50	1,013
239	-77,5599976	-2,25	20/9/2019	125	100	196,84	198,68	1,843	14559,76	15797,25	1237,50	1,489
241	-77,0599976	-2,25	20/9/2019	125	100	196,80	198,64	1,837	14559,76	15797,25	1237,50	1,484

241	-77,0599976	-2,25	19/9/2019	125	100	197,17	197,38	0,208	14559,76	15797,25	1237,50	0,168
243	-76,5599976	-2,25	18/9/2019	975	950	300,41	300,51	0,092	323,38	540,33	216,95	0,422
243	-76,5599976	-2,25	17/9/2019	975	950	300,58	300,98	0,402	323,38	540,33	216,95	1,851
243	-76,5599976	-2,25	19/9/2019	125	100	196,80	197,52	0,722	14559,76	15797,25	1237,50	0,584
243	-76,5599976	-2,25	2/9/2019	975	950	298,61	299,28	0,677	323,38	540,33	216,95	3,120
243	-76,5599976	-2,25	20/9/2019	125	100	196,91	198,38	1,462	14559,76	15797,25	1237,50	1,181
244	-76,3099976	-2,25	20/9/2019	125	100	197,05	198,11	1,060	14559,76	15797,25	1237,50	0,857
244	-76,3099976	-2,25	19/9/2019	125	100	196,70	197,43	0,725	14559,76	15797,25	1237,50	0,586
246	-80,3099976	-2,5	7/9/2019	975	900	292,21	292,52	0,315	323,38	988,50	665,12	0,474
246	-80,3099976	-2,5	8/9/2019	975	925	292,61	293,19	0,583	323,38	761,96	438,58	1,330
246	-80,3099976	-2,5	9/9/2019	975	925	291,30	291,98	0,676	323,38	761,96	438,58	1,541
246	-80,3099976	-2,5	10/9/2019	975	950	291,21	291,31	0,092	323,38	540,33	216,95	0,423
246	-80,3099976	-2,5	12/9/2019	975	950	292,97	293,54	0,575	323,38	540,33	216,95	2,651
246	-80,3099976	-2,5	21/9/2019	950	925	291,99	292,04	0,053	540,33	761,96	221,63	0,241
246	-80,3099976	-2,5	16/9/2019	975	950	293,59	293,60	0,007	323,38	540,33	216,95	0,032
246	-80,3099976	-2,5	2/9/2019	975	950	292,11	292,22	0,111	323,38	540,33	216,95	0,512
246	-80,3099976	-2,5	3/9/2019	950	925	292,15	292,23	0,071	540,33	761,96	221,63	0,321
246	-80,3099976	-2,5	14/9/2019	975	950	292,29	292,36	0,069	323,38	540,33	216,95	0,320
246	-80,3099976	-2,5	15/9/2019	975	925	292,06	292,15	0,093	323,38	761,96	438,58	0,212
246	-80,3099976	-2,5	5/9/2019	975	925	291,82	292,45	0,622	323,38	761,96	438,58	1,419
246	-80,3099976	-2,5	6/9/2019	975	950	291,59	291,87	0,282	323,38	540,33	216,95	1,302
246	-80,3099976	-2,5	4/9/2019	975	950	291,69	291,80	0,105	323,38	540,33	216,95	0,486
246	-80,3099976	-2,5	6/9/2019	950	925	291,87	291,93	0,058	540,33	761,96	221,63	0,263
247	-79,8099976	-2,5	7/9/2019	950	900	292,39	292,42	0,028	540,33	988,50	448,16	0,063
247	-79,8099976	-2,5	8/9/2019	950	900	293,02	293,24	0,217	540,33	988,50	448,16	0,485
254	-78,0599976	-2,5	20/9/2019	125	100	197,51	198,46	0,943	14559,76	15797,25	1237,50	0,762
256	-77,5599976	-2,5	20/9/2019	125	100	196,92	198,64	1,721	14559,76	15797,25	1237,50	1,391
258	-77,0599976	-2,5	20/9/2019	125	100	196,76	198,56	1,797	14559,76	15797,25	1237,50	1,452
258	-77,0599976	-2,5	19/9/2019	125	100	197,24	197,34	0,094	14559,76	15797,25	1237,50	0,076
260	-76,5599976	-2,5	20/9/2019	125	100	196,90	198,22	1,327	14559,76	15797,25	1237,50	1,072
260	-76,5599976	-2,5	19/9/2019	125	100	196,93	197,30	0,365	14559,76	15797,25	1237,50	0,295
260	-76,5599976	-2,5	17/9/2019	975	950	300,65	300,89	0,235	323,38	540,33	216,95	1,083
260	-76,5599976	-2,5	18/9/2019	975	950	300,54	300,59	0,053	323,38	540,33	216,95	0,245
260	-76,5599976	-2,5	2/9/2019	975	950	298,88	299,32	0,434	323,38	540,33	216,95	2,001
268	-78,0599976	-2,75	20/9/2019	125	100	197,70	198,35	0,648	14559,76	15797,25	1237,50	0,523
270	-77,5599976	-2,75	20/9/2019	125	100	197,02	198,54	1,525	14559,76	15797,25	1237,50	1,232
279	-78,0599976	-3	20/9/2019	125	100	197,78	198,27	0,491	14559,76	15797,25	1237,50	0,397

Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.3.4: Datos octubre 2019

Píxel	Ubicación		Fecha	Nivel de Presión 1	Nivel de Presión 2	Temp. 1 (K)	Temp. 2 (K)	Fuerza (ΔT)	Base	Altura	Profundidad (ΔZ)	Gradiente °C/km
	x	y										
122	-80,8099976	-1	5/10/2019	950	925	292,280	292,504	0,2239	540,33	761,96	221,63	1,0104
122	-80,8099976	-1	6/10/2019	950	925	292,771	292,956	0,1845	540,33	761,96	221,63	0,8325
122	-80,8099976	-1	7/10/2019	950	925	291,666	292,101	0,4356	540,33	761,96	221,63	1,9653
122	-80,8099976	-1	8/10/2019	950	925	291,408	291,854	0,4462	540,33	761,96	221,63	2,0134
122	-80,8099976	-1	9/10/2019	950	925	291,165	291,280	0,1154	540,33	761,96	221,63	0,5208
122	-80,8099976	-1	10/10/2019	950	925	291,921	292,046	0,1257	540,33	761,96	221,63	0,5670
122	-80,8099976	-1	11/10/2019	950	925	292,451	292,559	0,1086	540,33	761,96	221,63	0,4900
122	-80,8099976	-1	12/10/2019	950	900	292,036	292,160	0,1235	540,33	988,50	448,16	0,2757
122	-80,8099976	-1	13/10/2019	925	900	290,665	291,019	0,3537	761,96	988,50	226,53	1,5615
122	-80,8099976	-1	14/10/2019	925	900	291,593	292,221	0,6276	761,96	988,50	226,53	2,7706
122	-80,8099976	-1	17/10/2019	925	900	291,188	291,206	0,0177	761,96	988,50	226,53	0,0782
122	-80,8099976	-1	19/10/2019	950	925	291,666	292,042	0,3758	540,33	761,96	221,63	1,6954
122	-80,8099976	-1	20/10/2019	950	925	291,942	291,984	0,0416	540,33	761,96	221,63	0,1878
122	-80,8099976	-1	24/10/2019	950	925	291,911	292,250	0,3384	540,33	761,96	221,63	1,5267
122	-80,8099976	-1	25/10/2019	950	925	291,464	291,966	0,5012	540,33	761,96	221,63	2,2616
122	-80,8099976	-1	26/10/2019	925	900	290,666	290,874	0,2081	761,96	988,50	226,53	0,9185
122	-80,8099976	-1	31/10/2019	950	925	293,470	293,516	0,0462	540,33	761,96	221,63	0,2087
144	-80,8099976	-1,25	5/10/2019	950	925	292,089	292,264	0,1752	540,33	761,96	221,63	0,7903
144	-80,8099976	-1,25	6/10/2019	950	925	292,422	292,719	0,2972	540,33	761,96	221,63	1,3408
144	-80,8099976	-1,25	7/10/2019	950	925	291,446	291,914	0,4674	540,33	761,96	221,63	2,1091
144	-80,8099976	-1,25	8/10/2019	950	900	291,366	291,850	0,4844	540,33	988,50	448,16	1,0809
144	-80,8099976	-1,25	9/10/2019	950	925	291,109	291,166	0,0568	540,33	761,96	221,63	0,2564
144	-80,8099976	-1,25	10/10/2019	950	925	291,734	291,766	0,0317	540,33	761,96	221,63	0,1430
144	-80,8099976	-1,25	12/10/2019	925	900	291,674	292,087	0,4126	761,96	988,50	226,53	1,8212
144	-80,8099976	-1,25	13/10/2019	925	900	290,286	290,843	0,5568	761,96	988,50	226,53	2,4577
144	-80,8099976	-1,25	14/10/2019	925	900	291,381	291,923	0,5418	761,96	988,50	226,53	2,3917
144	-80,8099976	-1,25	17/10/2019	925	900	290,894	291,180	0,2860	761,96	988,50	226,53	1,2626
144	-80,8099976	-1,25	18/10/2019	925	900	290,434	290,515	0,0811	761,96	988,50	226,53	0,3581
144	-80,8099976	-1,25	19/10/2019	950	900	291,535	291,671	0,1362	540,33	988,50	448,16	0,3040
144	-80,8099976	-1,25	21/10/2019	925	900	291,729	291,730	0,0007	761,96	988,50	226,53	0,0029
144	-80,8099976	-1,25	24/10/2019	950	925	291,737	291,888	0,1518	540,33	761,96	221,63	0,6850
144	-80,8099976	-1,25	25/10/2019	950	925	291,385	291,819	0,4339	540,33	761,96	221,63	1,9576
144	-80,8099976	-1,25	26/10/2019	925	900	290,683	290,850	0,1672	761,96	988,50	226,53	0,7380
144	-80,8099976	-1,25	28/10/2019	925	900	291,457	291,489	0,0323	761,96	988,50	226,53	0,1425
144	-80,8099976	-1,25	31/10/2019	950	925	293,173	293,240	0,0662	540,33	761,96	221,63	0,2989
226	-80,8099976	-2,25	1/10/2019	950	925	291,929	292,070	0,1410	540,33	761,96	221,63	0,6363
226	-80,8099976	-2,25	2/10/2019	950	925	291,576	291,688	0,1127	540,33	761,96	221,63	0,5083
226	-80,8099976	-2,25	3/10/2019	950	925	291,420	291,762	0,3423	540,33	761,96	221,63	1,5443
226	-80,8099976	-2,25	5/10/2019	950	925	291,789	292,495	0,7061	540,33	761,96	221,63	3,1862
226	-80,8099976	-2,25	6/10/2019	950	925	292,134	292,329	0,1954	540,33	761,96	221,63	0,8816
226	-80,8099976	-2,25	7/10/2019	975	900	291,409	291,923	0,5142	323,38	988,50	665,12	0,7730
226	-80,8099976	-2,25	8/10/2019	950	900	290,826	291,971	1,1446	540,33	988,50	448,16	2,5539
226	-80,8099976	-2,25	9/10/2019	950	875	290,328	291,292	0,9639	540,33	1220,18	679,85	1,4178
226	-80,8099976	-2,25	10/10/2019	950	875	290,714	290,942	0,2273	540,33	1220,18	679,85	0,3344
226	-80,8099976	-2,25	11/10/2019	950	900	291,349	291,755	0,4066	540,33	988,50	448,16	0,9072
226	-80,8099976	-2,25	12/10/2019	950	900	290,067	292,142	2,0752	540,33	988,50	448,16	4,6305
226	-80,8099976	-2,25	13/10/2019	925	875	289,264	290,909	1,6443	761,96	1220,18	458,22	3,5884
226	-80,8099976	-2,25	14/10/2019	950	900	290,759	291,633	0,8740	540,33	988,50	448,16	1,9502
226	-80,8099976	-2,25	15/10/2019	950	925	291,531	291,612	0,0813	540,33	761,96	221,63	0,3667
226	-80,8099976	-2,25	16/10/2019	950	875	290,683	291,047	0,3637	540,33	1220,18	679,85	0,5350
226	-80,8099976	-2,25	17/10/2019	925	875	290,589	291,551	0,9619	761,96	1220,18	458,22	2,0991
226	-80,8099976	-2,25	18/10/2019	925	900	289,742	290,345	0,6031	761,96	988,50	226,53	2,6622
226	-80,8099976	-2,25	19/10/2019	950	900	290,819	291,350	0,5309	540,33	988,50	448,16	1,1846
226	-80,8099976	-2,25	20/10/2019	950	925	291,230	291,688	0,4579	540,33	761,96	221,63	2,0662
226	-80,8099976	-2,25	21/10/2019	950	900	291,482	291,979	0,4969	540,33	988,50	448,16	1,1087
226	-80,8099976	-2,25	22/10/2019	950	900	290,496	290,696	0,1991	540,33	988,50	448,16	0,4443
226	-80,8099976	-2,25	23/10/2019	900	875	290,757	290,825	0,0684	988,50	1220,18	231,69	0,2950
226	-80,8099976	-2,25	24/10/2019	950	925	290,912	291,864	0,9518	540,33	761,96	221,63	4,2945
226	-80,8099976	-2,25	25/10/2019	950	900	290,993	291,845	0,8520	540,33	988,50	448,16	1,9012
226	-80,8099976	-2,25	26/10/2019	950	900	290,695	291,069	0,3740	540,33	988,50	448,16	0,8344
226	-80,8099976	-2,25	27/10/2019	950	900	291,673	292,300	0,6276	540,33	988,50	448,16	1,4003

226	-80,8099976	-2,25	28/10/2019	875	850	291,058	291,235	0,1772	1220,18	1457,29	237,11	0,7473
226	-80,8099976	-2,25	29/10/2019	950	925	291,128	291,152	0,0244	540,33	761,96	221,63	0,1100
228	-80,3099976	-2,25	12/10/2019	925	900	291,719	291,751	0,0328	761,96	988,50	226,53	0,1446
228	-80,3099976	-2,25	13/10/2019	925	900	290,471	290,487	0,0161	761,96	988,50	226,53	0,0710
228	-80,3099976	-2,25	28/10/2019	875	850	290,970	291,004	0,0338	1220,18	1457,29	237,11	0,1426
246	-80,3099976	-2,5	8/10/2019	950	925	292,420	292,461	0,0417	540,33	761,96	221,63	0,1882
246	-80,3099976	-2,5	7/10/2019	975	950	293,369	293,460	0,0913	323,38	540,33	216,95	0,4207
246	-80,3099976	-2,5	12/10/2019	925	900	291,192	291,842	0,6493	540,33	988,50	448,16	1,4487
246	-80,3099976	-2,5	9/10/2019	950	925	291,601	291,781	0,1806	540,33	761,96	221,63	0,8149
246	-80,3099976	-2,5	13/10/2019	925	900	290,291	290,560	0,2692	761,96	988,50	226,53	1,1883

Elaborado por: Autoras, 2021



Apéndice 2.4:
Datos de Concentración Promedio de
Contaminantes Sentinel 5P, en Días de IT's

Fecha	Dióxido de Azufre	Monóxido de Carbono	Formaldehído	Ozono	Dióxido de Nitrógeno
2018	-22,20375	33098,7371	121,04125	115965,509	15,38875
Diciembre	-22,20375	33098,7371	121,04125	115965,509	15,38875
5	-83,79	32740,3633	114,766667	116529,083	15,8033333
6	-95,24	33966,3	98	116783,15	15,5
8	17,2	35497,6	122,34	115525,01	10,66
9	118,58	33433,47	119,16	115756,63	13,87
11	-21,34		167,6	115777,17	15,21
17	54,54	30572,7	116,93	114294,86	20,46
2019	14,5696252	30844,3894	94,210922	115941,258	10,6268424
Enero		23396,39	50,89		5,69
1		23396,39	50,89		5,69
Febrero	-68,274	45040,5493	228,348	115425,872	11,024
26	-115,256667	48622,6183	223,483333	116149,495	11,4483333
27	-36,9522222	42652,5033	231,591111	114943,457	10,7411111
Marzo	12,4684146	37410,4038	113,096111	115703,98	12,6023967
6	-36,2690909	43339,95	101,124444	114639,223	7,6275
7	20,0192958	37340,6445	114,806349	115821,2	13,1500917
Abril	-59,75	43539,7425	153,84	116090,775	8,3175
5	-36,115	50217,76	180,42	117261,545	11,95
10	-83,385	36861,725	127,26	114920,005	4,685
Mayo	-230,07	30163,68	27,89	113682,23	6,92
30	-230,07	30163,68	27,89	113682,23	6,92
Junio	-38,49875	26831,4516	53,6232558	113351,8	7,58486111
4		28678,035		112308,665	5,545
5	-120,94	30526,12	59,99	112782,93	13,58
14	-126,565	28000,735	67,49	114971,47	11,895
15	163,13	25537,7	66,34	114928,56	11,97
17	67,3	27390,98		112899,78	7,89
21	-57,295	24795,64	66,965	112611,77	5,735
22	-49,252	24951,2211	63,8166667	112014,759	6,10111111
23	-29,6125	29723,7567	110,216667	112142,573	6,5525
24	199,33	28737,01	68,71	111810,235	11,24
25	-46,0828571	26386,2521	41,08	113475,989	7,06184211
28	80,13	28348,79	84,85	116426,36	11,09
29		28979,8071	42,86	114552,233	10,36625
30	-228,73			115679,15	0,35
Julio	1,97872137	26368,1138	63,576553	115134,351	9,37026862
2	-142	29746,4967	97,9533333	114598,607	7,66
3	-151,46	29294,43	75,4	115701,5	5,98
4		28847,79		114189,26	8,61
5	-39,3266667	28760,9125	100,16	115403,005	9,8975
6	-9,02	28503,8533	57,9066667	115047,463	5,87
7	55,69	28775,795	112,355	117009,525	13,36
8	-39,9554	25843,0136	58,2632558	114056,068	10,148156
9	14,353937	25943,5301	58,6302655	116055,291	6,93136364
10	-14,4406849	25895,3061	57,6773469	116277,977	8,69625
11		30697,59		115064,84	6,46
12	-10,2466667	30718,92	86,2066667	115941,41	11,57
13	7,9	30932,936		114632,579	9,52090909
14	77,815	30344,955	97,39	115614,735	17,96
15	133,93	29199,09	109,77	117454,3	15
17	-47,34	29093,5467	98,4733333	116911,813	10,1333333
18	-1,4225	29972,69	63,88	116695,855	13,5075
19	34,895	30371,3533	73,97	114547,097	11,3466667
20	-0,95	30425,1175	101,54	117763,01	16,415
24	17,8432692	26451,2124	60,724	114160,45	15,8941905
25	24,7841964	26535,4881	68,6893706	114391,812	7,52005556
26	85,23	30882,64	177,57	116642,05	11,16
27	39,5633333	34222,06	95,7866667	116815,267	10,5133333
29	-29,31	30912,83		118388,21	12,09
30		28727,57		116196,9	7,79
31	-141,18	31069,15	97,6366667	118180,297	10,5333333
Agosto	7,38167883	41644,6223	119,138333	119315,725	14,108012
1	162,45	30718,46	74,33	118133,46	6,64
5	-51,5575	30969,606	121,928	116528,942	9,078

6	-15,425	30070,7875	74,6625	117049,228	5,9525
7	-44,0957143	34626,6786	45,4633333	118488,887	9,88857143
8	0,53166667	34434,575	67,64	118198,695	13,2236842
9	52,6	33825,2825	128,535	118590,555	18,295
10	36,006	34264,078	135,944	119063,682	12,522
11	58,875	34807,1625	126,5475	118102,123	13,925
12	26,9766667	36564,0325	67,55	118376,848	13,945
13	-42,21	36354,4617	138,3425	118756,386	23,7975
14	-40,31	41123,78	113,54	116905,903	12,5766667
16	-57,0275	51265,62	135,16	117762,216	14,76
17		55209,5567		118525,85	13,01
18	-70,4176923	44303,7914	103,430667	119113,235	13,115
19	-75,79	37055,83		119188,58	15,34
20	-39,3475	43715,92	153,995	118906,343	17,13
21	-28,1566667	43316,525	116,875	119791,982	10,5384615
22	-62,42	63506,1863	141,936667	119657,179	12,203
23	63,61	49268,72	106,223333	119885,72	14,52
24	46,34	49619,475	113,4775	120262,035	10,79
25	111,736	44593,242	122,658	120592,118	12,574
26	60,1225	43229,96	144,42	122679,933	16,75
27	47,6683333	44439,4033	157,845	121761,138	14,4983333
28	90,72875	45180,6683	151,51125	121164,66	19,43625
29	124,012	40640,212	110,336	120859,288	18,038
30	17,4683333	36699,6567	126,765	121984,418	16,8933333
31	83,9	34994,6333	146,436667	121579,583	10,3266667
<hr/>					
Septiembre	41,0672986	37198,1224	134,207937	117739,417	12,1048364
1	213,55	35856,61	121,4	121464,35	11,66
2	65,7625	34491,4413	130,99875	121446,523	7,05
3		32409,262	112,742	122086,178	11,726
4	76,1316667	33472,9567	104,278333	120861,95	15,6933333
5	114,7025	35355,845	105,5425	118612,938	13,6125
6	103,336667	37666,9717	110,961667	120354,393	17,63
7	133,835	37311,74	118,668333	119902,272	13,6783333
8	139,89	37437,7663	99,5254545	119591,42	10,2536364
9	82,0009091	37094,885	92,395	118909,913	10,265
10	13,43	37131,0717	116,603333	118897,067	15,2066667
11	-13,9866667	37710,14	155,643333	118496,573	16,9466667
12	154,39	36350,5575	124,1975	117617,39	10,865
13	-3,42142857	36820,66	118,022857	117074,247	8,17857143
14	11,4657143	38162,2843	104,931429	117763,101	12,41
15	-4,132	39581,936	113,29	116596,35	14,516
16	66,6971429	37456,3514	121,824286	115860,863	8,54142857
17	-41,4188889	40370,3691	186,696667	116743,919	7,22909091
18	-38,948	42021,5533	216,308	116894,013	7,86333333
19	17,7957895	36834,3725	146,574359	116241,249	11,2738554
20	1,24380952	39431,5443	138,647742	117765,028	14,7477612
21	176,36	35431,4933	96,79	119407,563	12,75
22	243,2	34556,46	88,18	119243,97	11,98
23	19,86	36953,6		116974,32	9,58
26	292,42	37896,94	70,64	119161,52	10,56
27	71,9	43604,75	138,12	119957,52	14,87
<hr/>					
Octubre	115,688364	36037,3918	109,242909	115542,746	11,1949296
1	-101,5	40143,92	111,25	119388,27	13,45
2	-37,14	36674,43	128,75	117511,47	13,82
3	99,08	35620,08	28,88	117267,94	20,46
5	219,716667	35390,3333	115,556667	118650,343	15,9866667
6	136,216667	35721,46	100,62	117047,833	15,57
7	30,71	35081,8925	115,135	117339,38	12,855
8	48,9366667	36015,115	211,413333	117362,713	14,015
9	10,045	36977,9725	131,19	117024,658	10,7625
10	-99,785	36229,3633	74,035	116358,193	11,3666667
11	61,76	34338,725	101,435	116856,06	11,4
12	110,8325	35861,502	68,6975	115441,536	11,36
13	150,716667	38231,818	122,96	114488,018	8,906
14	81,4133333	36205,52	120,993333	115475,85	13,1733333
15				114141,46	4,67
16			107,23	114593,1	8,2
17	41,8	38792,1367		115650,877	8,8666667
18	303,75	38398,48	93,2	114819,435	8,34
19	-27,6833333	34569,6433	124,313333	113921,143	12,5366667
20	329,18	36891,025	91,73	115140,23	8,875

21	217,555	36625,615	57,54	114209,22	6,105
22		35775,44		111187,21	7,85
23	47,46	34881,08	137,06	113881,05	9,44
24	96,8766667	35316,21	133,03	116243,94	11,3733333
25	120,416667	35189,5067	79,44	113699,827	9,18666667
26	49,81	34590,9433	97,815	112950,497	9,56
27				114817,11	5,55
28	23,27	33978,2833	118,333333	112477,653	8,18
29	120,58	33220,71	100,52	116780,48	12,51
31	836,975	35501,285	99,64	113966,87	15,095
Noviembre	24,6416667	30118,572	98,9705556	110868,686	9,94454545
1	30,42	35197,19	104,19	115556,91	7,15
2	118,82	34089,33	127,44	115757,79	14,59
6	-394,835	30056,46	118,795	111878,33	13,24
7	213,73	31844,8833	100,013333	111630,583	13,52
8	39,91	30858,18	87,91	110635,97	8,76
9	-115,97	29241,67	126,1	110504,58	9,98
11	168,36	27336,78	18,43	108766,22	6,5
12	49,93	28403,13	48,43	108131,295	7,415
13	217,93	27824,04	61,07	106917,85	7,62
16				110354,69	7,03
17	-128,72	25220,58	64,31	111553,5	6,45
18	257,26			109340,97	5,28
19	-15,73	29547,0775	117,08	110999,51	9,67
20	-80,87	32490,8	137,64	111202,21	13,05
22	66,42	29470,73		109611,36	11,82
Diciembre	61,4485714	32384,7667	113,847143	108920,714	12,2542857
2	170,006667	34191,955	99,4	108349,877	7,87666667
15	-5,5	30594,94	153,54	109851,61	10,47
19	-4,39	31146,53	117,95	109531,21	18,66
20	-146,43	33493,14	138,27	109159,6	14,22
21	76,44	30690,08	88,97	108852,95	18,8
Promedio general	14,3026679	30856,408	94,399868	115941,38	10,6509229

Elaborado por: Autoras, 2021